

Aus dem Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
der Justus Liebig-Universität zu Gießen
Direktor: Professor Dr. E. von Boguslawski

Über den Einfluß von
Standort, Witterung, Sorte und Stickstoffdüngung
auf Rohproteingehalt und -zusammensetzung
bei Weizen, Gerste und Hafer

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
beim Fachbereich Angewandte Biologie
der Justus Liebig-Universität Gießen

eingereicht von
Kraft von Schutzbar genannt Milchling
geboren in Hohenhaus

Gießen, im Juli 1972

Aus dem Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
der Justus Liebig-Universität zu Gießen
Direktor: Professor Dr. E. von Boguslawski

Über den Einfluß von
Standort, Witterung, Sorte und Stickstoffdüngung
auf Rohproteingehalt und -zusammensetzung
bei Weizen, Gerste und Hafer

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
beim Fachbereich Angewandte Biologie
der Justus Liebig-Universität Gießen

eingereicht von
Kraft von Schutzbar genannt Milchling
geboren in Hohenhaus

Gießen, im Juli 1972

Aus dem Institut für Pflanzenbau und Pflanzenernährung
der Julius-Maximilians-Universität zu Gießen
Direktor: Professor Dr. E. von Boguslawski

Über den Einfluß von
Standort, Witterung, Sorte und Stickstoffdüngung
auf Rohproteingehalt und -zusammensetzung
bei Weizen, Gerste und Hafer

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
beim Fachbereich Angewandte Biologie
der Julius-Maximilians-Universität Gießen



eingereicht von
Kurt von Schuttor, genannt Willeking
geboren in Hohenhausen

D e k a n : Prof. Dr. Dr.h.c. H. Linser

1. Berichterstatter: Prof. Dr. W. Jahn-Deesbach
2. Berichterstatter: Prof. Dr. Dr.h.c. H. Linser

Tag der mündlichen Prüfung: 24.11.1972

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Einleitung	7
1.1 Literaturübersicht und Problemstellung	9
2. Untersuchungsmaterial	15
2.1 Boden	15
2.2 Klima	15
2.3 Düngung	17
2.4 Korn- und Rohproteinерträge	17
3. Durchführung der Untersuchungen	29
3.1 Methodik der Eiweißfraktionierungen	29
4. Ergebnisse der Untersuchungen	36
4.1 Einfluß von Sorte, Jahreswitterung und Stickstoffdüngung auf den Gesamt-Stickstoff-Gehalt und die Stickstoff- bzw. Proteinfraktionen im Ganzkorn	36
5. Beziehungen zwischen den Eiweißfraktionen und einigen anderen Untersuchungsergebnissen	70
6. Zusammenfassende Betrachtung und Diskussion der Ergebnisse	75
7. Zusammenfassung	82
Literaturverzeichnis	84

1. Einleitung

In der heutigen Situation der Landwirtschaft spielt die Erzeugung von Ernteprodukten hoher Qualität eine entscheidende Rolle. Dabei wird jedoch der Begriff Qualität unter sehr verschiedenen Gesichtspunkten gesehen:

Der Landwirt erwartet sichere und hohe Erträge und wehrt sich solange mit Recht gegen den Anbau von Sorten, die zwar ertragsmäßig niedriger liegen, aber dafür Produkte höherer Qualität liefern, wie er dieses nicht vergütet bekommt. Außerdem ist die Erzeugung von höheren Qualitäten in den meisten Fällen mit zusätzlichen Arbeitsaufwendungen verbunden.

Der Müller verlangt ein Material, das sich leicht vermahlen läßt und dabei hohe Mehl- und Grießausbeuten liefert. Für ihn spielt jedoch eine höhere bäckereitechnologische Qualität insofern schon eine Rolle, als er dafür einen besseren Absatz findet.

Den Bäcker interessieren beim Mehl die guten Backeigenschaften, die ihm eine hohe Brot- und Volumenausbeute und damit einen besseren Verdienst bringen.

Der Verbraucher schließlich wünscht ein schmackhaftes, gesundes und haltbares Brot.

An diesen wenigen Beispielen zeigt sich schon recht deutlich, wie dringend notwendig es wäre, die einzelnen Anforderungen sinnvoll aufeinander abzustimmen. Denn wenn auch bei uns heute dem Brotverzehr nicht mehr die entscheidende Rolle zukommt, die er einmal hatte, darf doch nicht übersehen werden, daß das Brot in der Ernährung der einzelnen Völker, je nach dem Lebensstandard, eine mehr oder weniger große Rolle spielt. Und es gibt auch heute noch Gebiete, in denen das Brot mit 90 % an der Volksernährung beteiligt ist (WEIPERT, 1964).

Im allgemeinen werden aber wohl heute unter der Qualität beim Weizen die bäckereitechnologischen Eigenschaften verstanden. Aber selbst auf diesem kleinen Sektor gehen die Meinungen von

Forschung und Praxis in den einzelnen Ländern weit auseinander. Das liegt zum einen an den unterschiedlichen Geschmacksrichtungen, zum anderen an den verschiedenen Lebensmittelgesetzen, die einige oder keine chemischen Zusätze zum Mehl erlauben, und zum dritten an den daraus resultierenden verschiedenen Qualitätsbestimmungsmethoden mit gänzlich unterschiedlichem Aussagevermögen. Aber die Qualität, und sei es auch nur beim Weizen die bäckereitechnologische Eigenschaft des Mehles, hängt von derartig vielen Faktoren ab, daß zur Klärung der Zusammenhänge ein eingehendes Studium aller Einzelheiten, die durch neuere Analysenmethoden immer mehr ins Detail gehen, nötig ist.

Die Gerste wird hauptsächlich als Brau- oder als Futtergerste angebaut. Diese beiden Verwendungszwecke stellen jedoch grundsätzlich verschiedene Qualitätsanforderungen. So wird bei der Braugerste ein kohlenhydratisches, aber eiweißarmes, volles Korn mit geringem Spelzenanteil, guter Farbe und gutem Geruch, guter Keimfähigkeit und -schnelligkeit verlangt, wobei die Gleichmäßigkeit und Größe der Partie weitere entscheidende Faktoren sind. Für die Futtergerste dagegen wird ein eiweißreiches Korn mit hoher Biologischer Wertigkeit angestrebt.

Aus diesen gegensätzlichen Anforderungen ergibt sich zwangsläufig die Anbauproblematik. So wurden lange Zeit als Braugerste zweizeilige Sommergersten und als Futtergerste vielzeilige Wintergersten angebaut. Fällt jedoch die Sommergerste zu eiweißreich aus, so kann sie nur als Futtergerste Verwendung finden, die nun natürlich nicht den möglichen hohen Eiweißgehalt aufweist. Auf der anderen Seite ist es für die Brauereien nicht uninteressant, wenn sie bereits die Wintergersten verwenden können, weil diese ja zu einem früheren Termin anfallen. Daher werden in neuerer Zeit auch Wintergersten gezüchtet, die den Qualitätsanforderungen für Braugerste genügen, so daß es heute sowohl zweizeilige Winter- als auch vielzeilige Sommergersten gibt. Und es hat sich herausgestellt, daß es durchaus möglich ist, aus einer "typischen" Braugerstensorte durch hohe geteilte und zusätzliche späte Stickstoffgaben eine vollwertige Futter-

gerste zu erzeugen (JAHN-DEESBACH, 1967). Es interessiert daher in diesem Zusammenhang also nicht nur die Eiweißzusammensetzung der Futtergersten, sondern auch die von Braugersten.

Da dem Hafer in der menschlichen Ernährung bei uns längst nicht die Bedeutung zukommt wie in den angelsächsischen Ländern, findet sein Anbau fast ausschließlich für Futterzwecke statt, für welche die Eiweißzusammensetzung doch eine gewisse Rolle spielt. Er wurde daher auch mit in diese Untersuchung einbezogen.

1.1 Literaturübersicht und Problemstellung

Außer den Erträgen spielt heute in zunehmendem Maße der Eiweißgehalt des Getreides eine hervorragende Rolle, und beides ist neben der Sorte und der Umwelt von der zeitlich richtigen und ausreichenden Stickstoffversorgung der Pflanze abhängig. Daher ist es nicht verwunderlich, daß diese Beziehung den Gegenstand zahlreicher Untersuchungen bildete.

Es kann an dieser Stelle zunächst auf die sehr ausführlichen Literaturangaben in den Arbeiten von CEYLAN (1966), HANNA (1967) und WEIPERT (1964) verwiesen werden.

Während sich zunächst viele Arbeiten mit dem Einfluß der Stickstoffdüngung auf den Ertrag befassen, wird bald erkannt, daß es hierbei ein Optimum gibt und daß darüber hinausgehende Stickstoffgaben zu Ertragsdepressionen und Ertragsschädigungen durch die eintretende Lagerbildung führen können, und es wird der differenzierten Stickstoffdüngung, auf die bereits WAGNER (1900) hingewiesen hat, vermehrt Beachtung geschenkt. Durch geteilte Stickstoffgaben, die den Bedürfnissen der Pflanze angepaßt sind, können die Erträge noch erheblich gesteigert werden, ohne daß Lagerbildung auftritt. So wirkt die 1. Gabe, die zum Vegetationsbeginn im Frühjahr gegeben wird, vor allem auf die Organanlage (Bestockung und damit Bestandsdichte, Länge der Ähre, Anzahl der Ährchen/Ähre und damit Kornzahl/Ähre). Geht nun diese 1. Gabe,

die ja in der Praxis meistens die einzige bleibt, über das Optimum hinaus, so hat dieses eine zu hohe Bestockung bzw. Bestandsdichte und einen Mangel an Stützgewebe in den einzelnen Pflanzen zur Folge, woraus sich dann Lagerbildung und dadurch bedingte Ertragsschädigungen ergeben.

Die Bestandsdichte und die Kornzahl/Ähre können aber auch noch durch spätere Stickstoffgaben beeinflusst werden, nun natürlich nicht mehr über die Organanlage, sondern über die Organausbildung bzw. Verminderung der Organreduktion. Hier greifen besonders die Stickstoffgaben ein, die zum Schossen der Pflanze gegeben werden. Je später diese Gabe der Pflanze zur Verfügung steht, desto mehr kann sie nur noch auf die letzte Ertragskomponente, das TKG, bzw. einzig noch auf die Korninhaltsstoffe wirken.

Natürlich spielen für die einzelnen Ertragskomponenten außer der Düngung auch noch andere Faktoren, wie genetische Veranlagung der Sorte, Standort, Saatzeit, Boden, Klima und Jahreswitterung eine entscheidende Rolle.

Obwohl schon früh einige Autoren (DAVIDSON, 1926 und LEMMERZAHN, 1932) den entscheidenden Einfluß der Stickstoffdüngung auch auf die Qualität erkannten, ist es der Verdienst von SELKE (1938), in umfangreichen Versuchen den Nachweis erbracht zu haben, daß durch eine zusätzliche späte Stickstoffgabe der Eiweißgehalt im Korn und damit beim Weizen die Backqualität spürbar gehoben werden kann.

Dieses Thema wird nun von einer Vielzahl von Autoren aufgegriffen. Sind sich dabei auch fast alle in dem Punkte einig, daß durch diese variierte Stickstoffdüngung eine Qualitätsverbesserung eintritt, so gehen doch die Meinungen über das Ausmaß einer möglichen Qualitätsverbesserung durch Stickstoffdüngung absolut und im Vergleich zu den übrigen Wachstumsfaktoren, wie Sorteneigenschaften, Boden, Klima und Jahreswitterung weit auseinander. Ein Teil ist der Auffassung, daß die bäckereitechnologischen Qualitätseigenschaften bei Weizen zum größten Teil von Sorte und

Standort und nur zum geringeren Teil von der Stickstoffversorgung der Pflanze abhängen. Andererseits wird die Ansicht vertreten, daß die Klebergüte weitestgehend sortenbedingt, die Klebermenge aber zum Überwiegenden Teil umweltbedingt seien.

Über das relative und absolute Ausmaß der Qualitätsverbesserung, das als offenbar stark sortenbedingt betrachtet wird, durch variierte Stickstoffdüngung und über die Modifizierbarkeit der bäckereitechnologischen Eigenschaften einzelner Weizensorten wird ebenfalls in zahlreichen Arbeiten berichtet.

Schließlich beschäftigt sich auch eine ganze Reihe von Autoren mit der Wirksamkeit der variierten Stickstoffdüngung in Abhängigkeit vom Standort und insbesondere von der Jahreswitterung.

Viele Arbeiten (BISHOP, 1930; BLISH, 1945; BLUME, 1956; BODO, 1961; COULSON, 1964; DAVIDSON, 1926; EL-GINDY, 1957; ESCRIBANO, 1966; EWALD, 1965; FLEURENT, 1896; GREWE, 1927; GÜNZEL, 1962 u. 1963/64; HARRIS, 1937; JAHN-DEESBACH und WEIPERT, 1967; KOSMIN, 1934; KRAUT, 1956; LINSER, 1960a; MAES, 1962a u. b, 1964; McCALLA, 1935 u. 1938; McKEE, 1958; MICHAEL et al., 1960; NEHRING, 1940; 1955 u. 1956; NEUMANN, 1954; PEREIRA, 1958; PRICE, 1950; REITZ, 1964; ROHRlich, 1956; SCHUPHAN; SCHWERDTFEGER, 1958; SNYDER, 1899; STOCKELBACH, 1938; WALDSCHMIDT-LEITZ 1957 und WOODMAN, 1924) gehen der Frage nach, wie weit die Qualität (bäckereitechnologische Eigenschaft, Biologische Wertigkeit usw.) von der Zusammensetzung des Eiweißes abhängt. Dazu wird das Eiweiß in verschiedene Fraktionen aufgetrennt. Zwar besteht Einigkeit darüber, daß bei Weizen und Gerste im Gegensatz zu Hafer, bei dem durch gesteigerte Stickstoffgaben das Glutelin am stärksten vermehrt wird, Prolamin und Glutelin die Speichereiweiße darstellen, aber schon in der Bezeichnung des letzteren bestehen Unterschiede. So nennt eine Reihe von Autoren dieses Speichereiweiß, das zeitlich vor dem Prolamin gebildet werden soll (BISHOP, 1930; McCALLA, 1938 und WOODMAN, 1924), Glutelin, während es von anderen und hauptsächlich in der angelsächsischen Literatur als Glutenin bezeichnet wird. Außerdem werden gleitende

Übergänge zwischen den beiden Klebereiweißen diskutiert (BLISH, 1945; HARRIS, 1937; LINSER, 1955; McCALLA, 1938; ROHRLICH, 1956; STOCKELBACH, 1938 und WALDSCHMIDT-LEITZ, 1957). Dieses stimmt mit den Angaben von ESCRIBANO (1966) überein, der durch immunchemische Analyse die Hypothese bestätigt, daß beide nicht Bestandteile verschiedener Proteine sind, sondern Glieder einer Proteinfamilie darstellen, die sich nur durch physikalische Eigenschaften unterscheiden. Vielleicht können hierauf die unterschiedlichen Meinungen über den Einfluß der Stickstoffdüngung auf die Qualität des Eiweißes (BLOCK, 1958; GUNTARDT, 1957; NEHRING, 1940 u. 1956; PEREIRA, 1958; PRICE, 1950 und SCHUPHAN, 1958) zurückgeführt werden; denn oft unterscheiden sich ja die Analysenmethoden und müssen daher auch verschiedene Ergebnisse liefern.

Seit den Arbeiten von OSBORNE aus dem Jahr 1895 werden die Proteine des Getreides nach ihren Löslichkeitsverhältnissen in verschiedenen Solventien bekanntlich als Albumine, Globuline, Prolamine und Gluteline eingeteilt. Jedoch hat sich die Technik der Extraktion im Laufe der Zeit verschiedentlich gewandelt. So wird das Mehl z.T. unter Zusatz eines inaktiven Mediums wie Cellulosepulver mit den einzelnen Solventien mehrmals geschüttelt, zentrifugiert und das Eluat abdekantiert (GÜNZEL, 1962; MICHAEL, 1960; POPOFF, 1967; u.a.). Andererseits werden Chromatographiesäulen mit Sand als Verdünnungsmittel benutzt (SCHWERDT-FEGER, 1958).

Diese unterschiedliche Extraktionsmethodik erlaubt auch verschiedene Lösungsmittel. Während beispielsweise beim Schütteln, Zentrifugieren und Abdekantieren verdünnte Natronlauge zur Extraktion des Glutelins verwendet werden kann, ist dieses bei der Säulenextraktion nicht durchführbar, weil dadurch das Extraktionsgut sehr stark quillt. Es ist auch möglich, die Nichtklebereiweiße (niedermolekulare N-Verbindungen, Albumine und Globuline) durch verdünnte Salzlösungen in einem Arbeitsgang abzutrennen (GÜNZEL, 1962). Auf der anderen Seite werden sogar die niedermolekularen N-Verbindungen vom Albumin durch Dialyse

oder Hitzebehandlung, je nach der weiteren Verarbeitung, getrennt (EWALD, 1965; MICHAEL, 1960; SCHEIBE, 1968; u.a.). Zur Extraktion des Prolamins werden alle niedrigen Alkohole in den verschiedensten Konzentrationen verwandt (SAŠEK, 1966), wodurch sich sehr unterschiedliche Ausbeuten ergeben, die dann auch, aufgetrennt durch Elektropherographie, Differenzen in der Zusammensetzung aufweisen. Es ist ebenfalls möglich, die beiden Klebereiweiße in einem Arbeitsgang zu extrahieren und dann das Glutelin auszufällen (MICHAEL, 1960). Andererseits können sogar vom Glutelin verschiedene Fraktionen durch die Anwendung von Milchsäure und Kalilauge erzielt werden (MAES, 1962), und es gelingt auch, das Glutelin vor dem Prolamin durch Essigsäure herauszulösen (SAŠEK, 1966).

Von einigen Autoren wird eine weitere Auftrennung der Eiweißfraktionen durch Gel-Elektrophorese durchgeführt, wobei sich herausstellte, daß diese wieder aus verschiedenen Komponenten zusammengesetzt sind (GRAHAM, 1963; LAWRENCE, 1964 und POPPOFF, 1967). In einigen Arbeiten werden entweder das Gesamteiweiß oder die einzelnen Fraktionen in die Aminosäuren aufgespalten (wobei letzteres günstiger ist, weil die Eiweißfraktionen relativ rein, d.h. nicht oder kaum durch Kohlenhydrate verunreinigt vorliegen, was die Analyse erleichtert) und der Gehalt an einigen essentiellen Aminosäuren bestimmt (BAZIER, 1966; BLOCK, 1958; EWALD, 1965; GUNTARDT, 1957; JONES, 1948; MICHAEL, 1957 u. 1960; PEREIRA, 1958; SCHUPHAN, 1958 und VÖLKER, 1960). Hierbei wird festgestellt, daß die charakteristische Zusammensetzung der einzelnen Eiweißfraktionen sogar bei verschiedenen Sorten übereinstimmt und daß sich der Gehalt an den essentiellen Aminosäuren in den Eiweißfraktionen, selbst bei sehr starken Schwankungen des Rohproteingehaltes, fast nicht ändert (EWALD, 1965; MICHAEL, 1960).

Bereits FLEURENT versucht 1896 ein für die Backfähigkeit des Weizenmehles optimales Verhältnis der beiden Klebereiweiße aufzustellen, was nicht ohne Widerspruch bleibt (GREWE, 1927; KOSMIN, 1934 und SNYDER, 1899). Über den Einfluß des Prolamins

liegen unterschiedliche Angaben vor (BODO, 1961; EWALD, 1965 und GÜNZEL, 1963/64). PELSSENKE (1954) gibt an, daß ein hoher Glutelingehalt einen festen uneleastischen Kleber verursacht und daß steigende Mengen Gliadin den Kleber erweichen, wobei alle Übergangsformen sich durch die quantitativen Verhältnisse der beiden Klebereiweiße ergeben. Wenn dies zutrifft, könnte das auch eine Erklärung dafür sein, daß die Backqualität nicht die Ergebnisse zeigt, die nach dem teilweise sehr hohen Klebergehalt erwartet werden müßten (GOTZOVA, 1965; JOHNSON, 1925; MANGELS, 1925 und PELSSENKE, 1954); denn ein zu weicher Kleber vermag ja die beim Backvorgang entstehenden Gase nicht festzuhalten. Auf der anderen Seite ist es aber durchaus möglich, daß die hohen Qualitäten zwar vorhanden waren, aber von den Standardbackversuchen nicht richtig angezeigt wurden, wie JAHN-DEESBACH und WEIPERT (1965/66) nachweisen konnten.

In dieser Arbeit soll nun versucht werden, festzustellen, wie weit die Zusammensetzung des Eiweißes im Getreidekorn von Art, Sorte, Standort, Jahreswitterung und Stickstoffdüngung abhängt und inwieweit sich Beziehungen zwischen der Eiweißzusammensetzung und anderen - z.B. den verschiedenen bäckereitechnologischen - Qualitätsdaten erkennen lassen.

2. Untersuchungsmaterial

Das in dieser Arbeit verwendete Untersuchungsmaterial entstammt Feldversuchen, die am Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Justus-Liebig-Universität Gießen in den Jahren 1962 bis 1967 auf den Standorten Gießen und Groß-Gerau durchgeführt wurden und über die teilweise von anderen Autoren (CEYLAN, 1966; HANNA, 1967; JAHN-DEESBACH und WEIPERT, 1965, 1965/66 u. 1967 und WEIPERT, 1964) bereits ausführlich berichtet wurde.

2.1 Boden

Der Versuchsstandort Gießen liegt am westlichen Ufer der Lahn 150 m über NN. Die Bodenart ist toniger Schluff, der Bodentyp zählt zu den kalkfreien braunen Aueböden (Alluvium). Die Bodenwertzahl beträgt 65 - 68. Obwohl der Grundwasserstand im Winter relativ hoch liegt (1 m und weniger), leiden die Pflanzen in Trockenperioden relativ schnell unter Trockenheit.

Das Versuchsfeld Groß-Gerau liegt im Rhein-Main-Gebiet, südwestlich von Frankfurt/M., 90 m über NN. Der Boden ist ein schwach humoser anlehmgiger Sand (Dilluvium) mit guter Kalkversorgung und hohem Grundwasserstand. Die Bodenwertzahl beträgt 22 - 25.

2.2 Klima

Aus den Klimadiagrammen nach WALTHER (1955) (Abb. 1 a u. b) ist für beide Standorte (Gießen und Groß-Gerau) zu ersehen, daß es sich um ein ausgeglichenes Klima mit Höchsttemperaturen im Juli handelt. Die Niederschlagskurven zeigen im Sommer ein ausgeprägtes Maximum, was besonders deutlich im Klimadiagramm für das langjährige Mittel beider Standorte, dargestellt in Abb. 1c, zum Ausdruck kommt. Da die Niederschlagskurven nicht unter die Temperaturkurven absinken, kann von einem humiden Klima eines Waldgebietes gesprochen werden. Im allgemeinen ist das Klima von Groß-Gerau wärmer und trockener als das von Gießen.

Abb. 1g
Standort Giessen
Witterungsdiagramm für den Versuchszeitraum 1966-1967

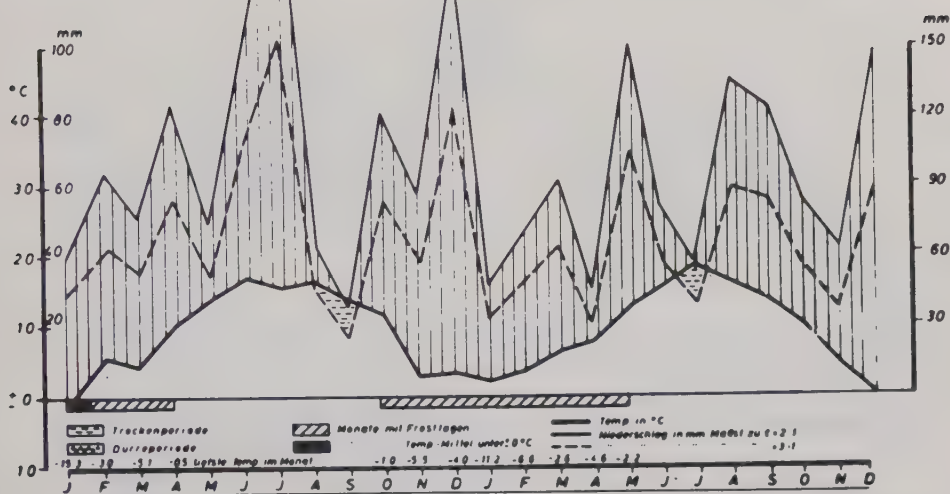


Abb. 1b
Standort Groß-Gerau
Witterungsdiagramm für den Versuchszeitraum 1966-1967

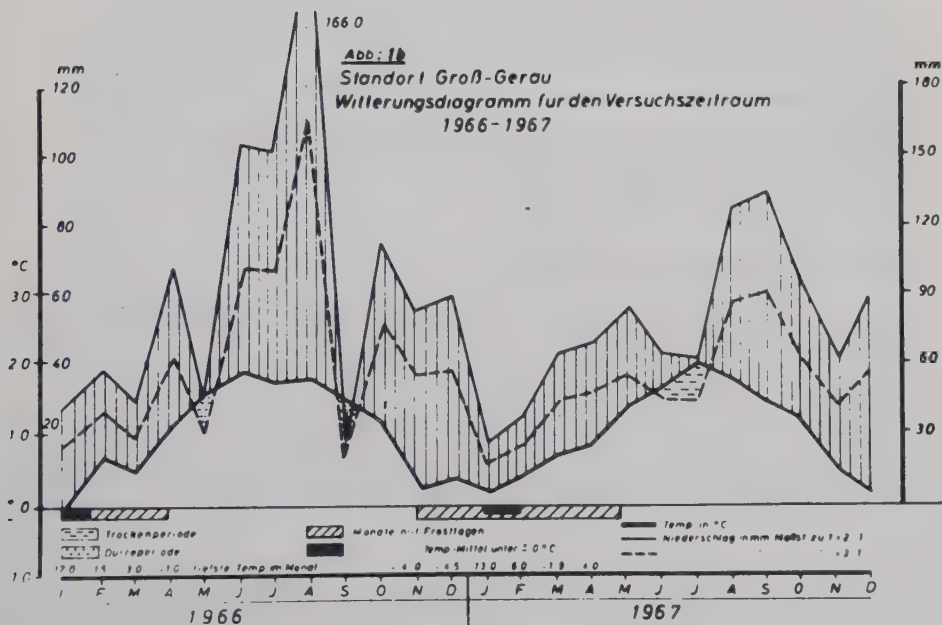
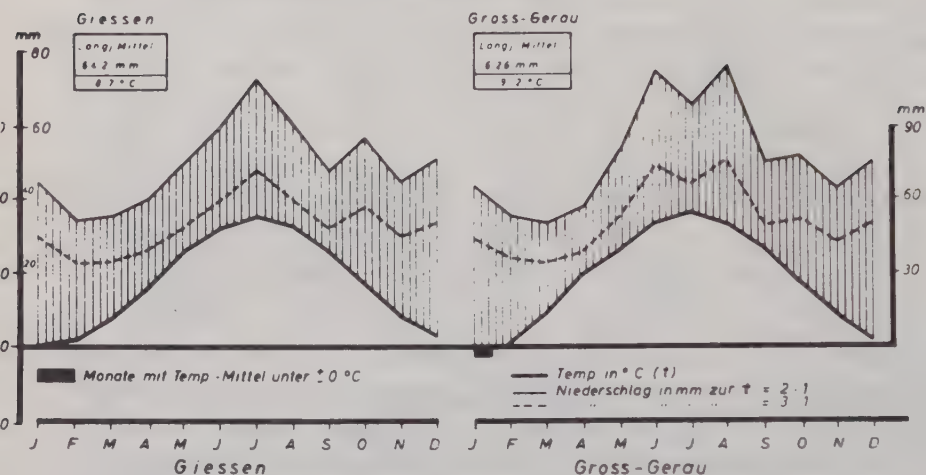


Abb. 1c Klimadiagramm für langjähriges Mittel



2.3 Düngung

Alle Varianten erhielten vor der Aussaat eine einheitliche P- und K-Düngung. Die N-Gaben wurden z.T. aufgeteilt in drei Gaben; hiervon wurde die 1. Gabe bei Sommergetreide zur Aussaat und bei Wintergetreide zum Vegetationsbeginn im Frühjahr gegeben. Die 2. N-Gabe wurde zum Schoßbeginn und die 3. zum Ährenschieben verabreicht, wenn bei über 50 % des Bestandes die Ähren außerhalb des letzten Blattes zu sehen waren. (Näheres siehe bei CEYLAN, 1967 und WEIPERT, 1964)

2.4 Korn- und Rohproteinerträge

Von großer Wichtigkeit für die Charakterisierung des Untersuchungsmaterials sind die Erträge an Korn und Rohprotein. Ohne auf die Erträge im einzelnen eingehen zu wollen, sind in den folgenden Tabellen und Darstellungen die für die Kennzeichnung der Untersuchungsproben wichtigsten Daten über N-Düngermengen, Kornerträge, Rohproteingehalte und Rohproteinerträge wiedergegeben.

2.4.1 Weizen

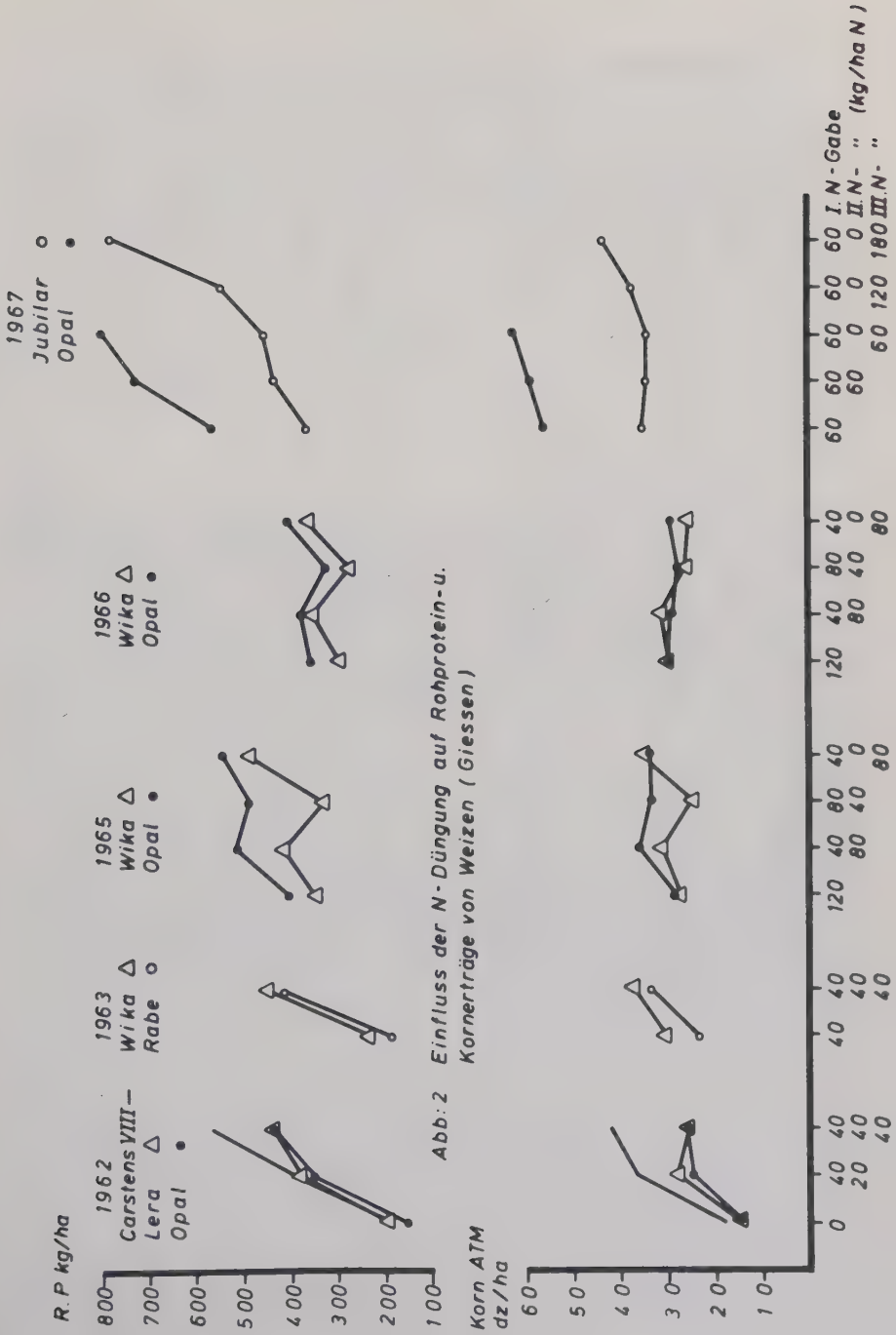
Die für die im Rahmen dieser Arbeit verwendeten Weizenproben wichtigen Düngungs- und Ertragsdaten sind in Tabelle 1 zusammengefaßt und in Abbildung 2 graphisch dargestellt. Daraus geht hervor, daß in den Jahren 1962 und 1963 alle Sorten auf eine Erhöhung der N-Düngung mit Steigerungen der Rohprotein-erträge und -gehalte reagieren. Die Kornerträge steigen in der Mehrzahl der Fälle ebenfalls. In den Jahren 1965 und 1966 erhielten alle Varianten die gleiche Düngermenge von 120 kg/ha N in verschiedenen Aufteilungen. Hierbei zeigt sich in den Rohproteinerträgen und -gehalten, daß es günstiger ist, als 1.Gabe 40 kg/ha N zu geben, denn die anderen Varianten, die 80 oder gar 120 kg/ha N erhielten, liegen deutlich niedriger. Die höchsten Rohproteingehalte und auch -erträge werden in den Varianten erzielt, welche die restlichen 80 kg/ha N zum Ährenschieben erhielten.

Die stark negative Korrelation zwischen den Kornerträgen und den Rohproteingehalten kommt in diesen beiden Jahren besonders deutlich zum Ausdruck, denn im Jahr 1965 erfahren die Kornerträge die stärkste Beeinflussung durch die einzelnen Düngergaben, während die Rohproteingehalte sich nur wenig ändern; im Folgejahr ist es umgekehrt.

Im Jahr 1967 werden beim Sommerweizen extrem hohe Kornerträge erzielt, für welche die verabreichten Düngermengen nicht ausreichen. Beim Winterweizen erbringen erst die probeweise zum Ährenschieben verabreichten N-Gaben von 120 und 180 kg/ha die gewohnten Steigerungen im Rohproteingehalt bei ebenfalls noch steigenden Kornerträgen.

Tabelle 1: Einfluß der Stickstoffdüngung auf die Korn- und Rohproteinerträge von Weizen; Standort Gießen

Sorte	Jahr	N-Düngung (kg/ha)	Korn- ertrag (dz/ha)	Rohprotein-	
				Gehalt (%)	Ertrag (kg/ha)
Carstens VIII	1962	0	17,7	10,1	179
		40+20	36,5	10,8	394
		40+40+20	42,0	14,2	569
Lera	1962	0	14,9	12,9	192
		40+20	28,1	13,4	377
		40+40+40	25,6	17,1	438
Opal	1962	0	14,3	10,7	153
		40+20	24,8	14,3	355
		40+40+40	25,9	16,7	433
Rabe	1963	40	23,4	8,1	190
		40+40+40	33,6	12,4	417
Wika	1963	40	30,4	7,6	231
		40+40+40	37,4	12,0	449
Wika	1965	120	27,2	12,8	348
		40+80	31,3	13,4	419
		80+40	24,8	13,3	330
		40+0+80	34,9	14,0	489
Opal	1965	120	28,1	14,3	402
		40+80	36,1	14,2	513
		80+40	33,3	14,6	486
		40+0+80	33,8	16,2	548
Wika	1966	120	29,8	10,0	298
		40+80	31,3	11,3	354
		80+40	26,5	10,3	273
		40+0+80	25,6	14,2	364
Opal	1966	120	30,0	12,0	360
		40+80	29,2	12,9	377
		80+40	27,4	11,9	326
		40+0+80	29,5	13,7	404
Jubilar	1967	60	35,5	10,3	366
		60+60	34,3	12,7	436
		60+0+60	34,2	13,3	455
		60+0+120	37,7	14,5	547
		60+0+180	43,5	17,9	779
Opal	1967	60	56,3	10,0	563
		60+60	59,3	12,3	729
		60+0+60	62,4	12,8	799



2.4.2 Wintergerste

Die für die im Rahmen dieser Arbeit verwendeten Wintergerstenproben wichtigen Düngungs- und Ertragsdaten sind in Tabelle 2 zusammengefaßt und in Abbildung 3 graphisch dargestellt. Daraus geht hervor, daß die Sorte "Dura" auf beiden Standorten, in beiden Versuchsjahren und in allen Düngungsvarianten die höheren Kornerträge erbringt. Da jedoch die Sorte "Tria" in allen Fällen im Rohproteingehalt höher liegt, ergeben sich bei den Rohproteinerträgen Überschneidungen. Die Teilung der N-Gaben wirkt sich nur teilweise günstig aus, die zusätzliche späte Gabe dagegen immer.

2.4.3 Sommergerste

Die für die im Rahmen dieser Arbeit untersuchten Sommergerstenproben wichtigen Düngungs- und Ertragsdaten sind in den Tabellen 3 und 4 zusammengefaßt und in Abbildung 4 graphisch dargestellt. Daraus geht hervor, daß die Erträge im Jahr 1966 in Gießen extrem niedrig liegen; im folgenden Jahr dagegen sind sie etwas höher als in Groß-Gerau, wo sie in beiden Jahren fast gleich groß sind. Während die Wirkung der N-Düngung 1966 nicht einheitlich ist, zeigt sich 1967 ein deutlicher Standortunterschied: in Gießen fallen mit steigender Düngung die Korn- und Rohproteinerträge, um dann durch die zusätzliche späte Gabe wieder zu steigen; in Groß-Gerau dagegen steigen die Rohproteinerträge in allen Fällen, während die Kornerträge durch die Düngungssteigerung zwar ansteigen, um aber dann auf die zusätzliche späte Gabe in der Mehrzahl der Fälle mit einem Abfall zu reagieren.

Tabelle 2: Einfluß der Stickstoffdüngung auf die Korn- und Rohproteinерträge von Wintergersten

Standort	Sorte	Jahr	N-Düngung (kg/ha)	Korn- ertrag (dz/ha)	Rohprotein-	
					Gehalt (%)	Ertrag (kg/ha)
Gießen	Dura	65/66	60	26,7	8,9	238
			80	24,3	9,1	221
			40+40	22,3	10,0	223
			40+40+40	23,7	12,8	303
	Tria	65/66	60	18,2	11,0	200
			80	22,3	11,2	250
			40+40	19,4	12,9	250
			40+40+40	21,4	15,4	330
Groß- Gerau	Dura	65/66	60	37,4	8,6	322
			80	30,9	9,9	306
			40+40	33,7	11,2	377
			40+40+40	37,7	13,1	494
	Tria	65/66	60	29,0	10,3	299
			80	26,2	11,1	291
			40+40	32,0	12,7	406
			40+40+40	37,8	14,7	556
	Dura	66/67	60	41,0	8,7	357
			80	43,2	9,3	402
			40+40	41,7	9,3	388
			40+40+40	44,5	11,7	521
	Tria	66/67	60	36,3	10,7	388
			80	34,9	11,3	394
			40+40	39,2	11,5	451
			40+40+40	42,4	13,8	585

Abb. 3 Einfluss der N-Düngung auf Rohprotein- u. Kornerträge von Wintergerste (Giessen u. Gross-Gerau)

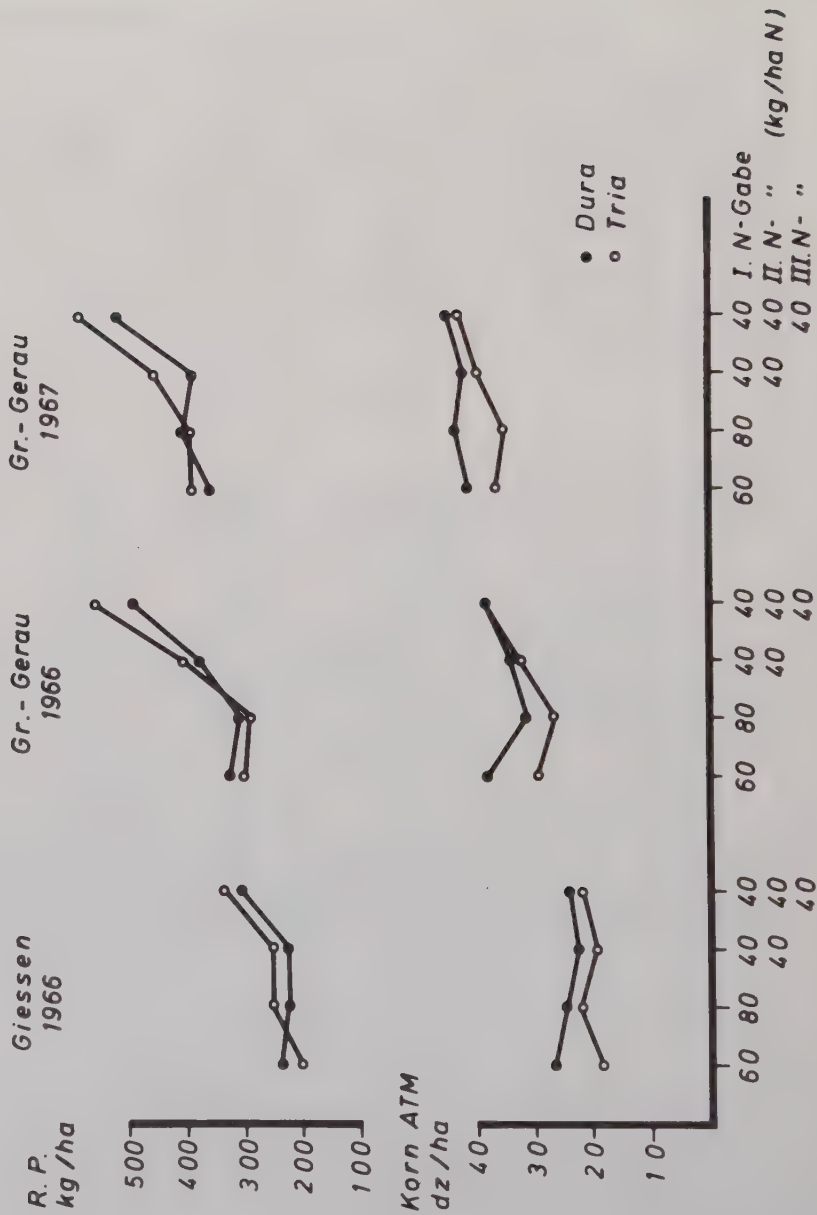


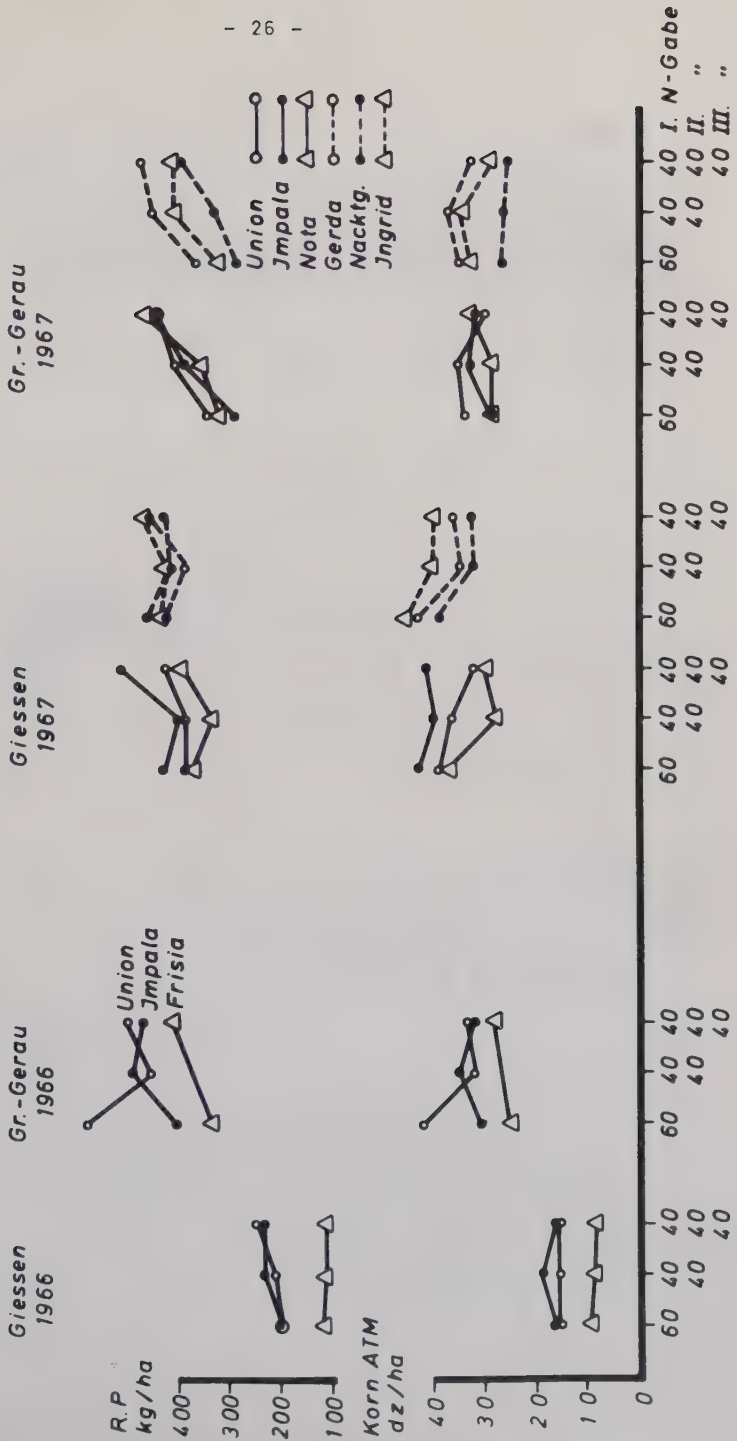
Tabelle 3: Einfluß der Stickstoffdüngung auf die Korn- und Rohproteinerträge von Sommergersten im Jahre 1966

Standort	Sorte	N-Düngung (kg/ha)	Korn- ertrag (dz/ha)	Rohprotein-	
				Gehalt (%)	Ertrag (kg/ha)
Gießen	Frisia	60	9,1	12,6	115
		40+40	8,2	13,4	110
		40+40+40	7,9	13,8	109
	Union	60	15,4	13,0	200
		40+40	15,5	13,7	212
		40+40+40	15,4	15,5	239
	Impala	60	15,6	12,5	195
		40+40	18,3	12,6	231
		40+40+40	15,9	14,8	235
	Frisia	60	24,9	13,5	336
		40+40	-	-	-
		40+40+40	28,0	14,7	412
Groß-Gerau	Union	60	41,9	13,8	578
		40+40	32,0	14,2	454
		40+40+40	33,5	14,9	499
	Impala	60	30,9	13,0	402
		40+40	34,7	14,1	489
		40+40+40	32,2	14,6	470

Tabelle 4: Einfluß der Stickstoffdüngung auf die Korn- und Rohproteinерträge von Sommergersten im Jahre 1967

Standort	Sorte	N-Düngung (kg/ha)	Korn- ertrag (dz/ha)	Rohprotein-	
				Gehalt (%)	Ertrag (kg/ha)
Gießen	Union	60	38,8	9,9	384
		40+40	36,5	10,6	387
		40+40+40	32,0	13,3	426
	Impala	60	42,5	10,0	425
		40+40	39,4	10,1	395
		40+40+40	41,2	12,4	511
	Nota	60	37,1	10,0	371
		40+40	27,5	12,1	333
		40+40+40	29,9	13,2	395
	Gerda	60	42,8	9,9	424
		40+40	34,2	11,2	383
		40+40+40	35,9	12,6	452
	Nackt- gerste	60	38,8	11,8	458
		40+40	31,9	12,9	412
		40+40+40	32,2	13,3	428
	Ingrid	60	45,1	9,5	429
		40+40	40,0	10,4	416
		40+40+40	39,6	11,8	467
Groß-Gerau	Union	60	33,7	10,1	340
		40+40	34,7	11,6	403
		40+40+40	29,7	14,8	440
	Impala	60	28,3	10,1	286
		40+40	32,8	11,8	387
		40+40+40	30,7	14,3	439
	Nota	60	28,6	11,2	320
		40+40	28,3	12,5	354
		40+40+40	31,5	14,8	466
	Gerda	60	34,6	10,6	367
		40+40	36,7	12,2	448
		40+40+40	32,2	14,5	467
	Nackt- gerste	60	26,5	10,7	284
		40+40	26,0	12,5	325
		40+40+40	25,5	15,3	390
	Ingrid	60	32,4	9,9	321
		40+40	34,6	11,8	408
		40+40+40	28,5	14,3	408

Abb. 4 Einfluss der N-Düngung auf Rohprotein- u. Kornträge von Sommergerste
(Giessen u. Gross-Gerau)



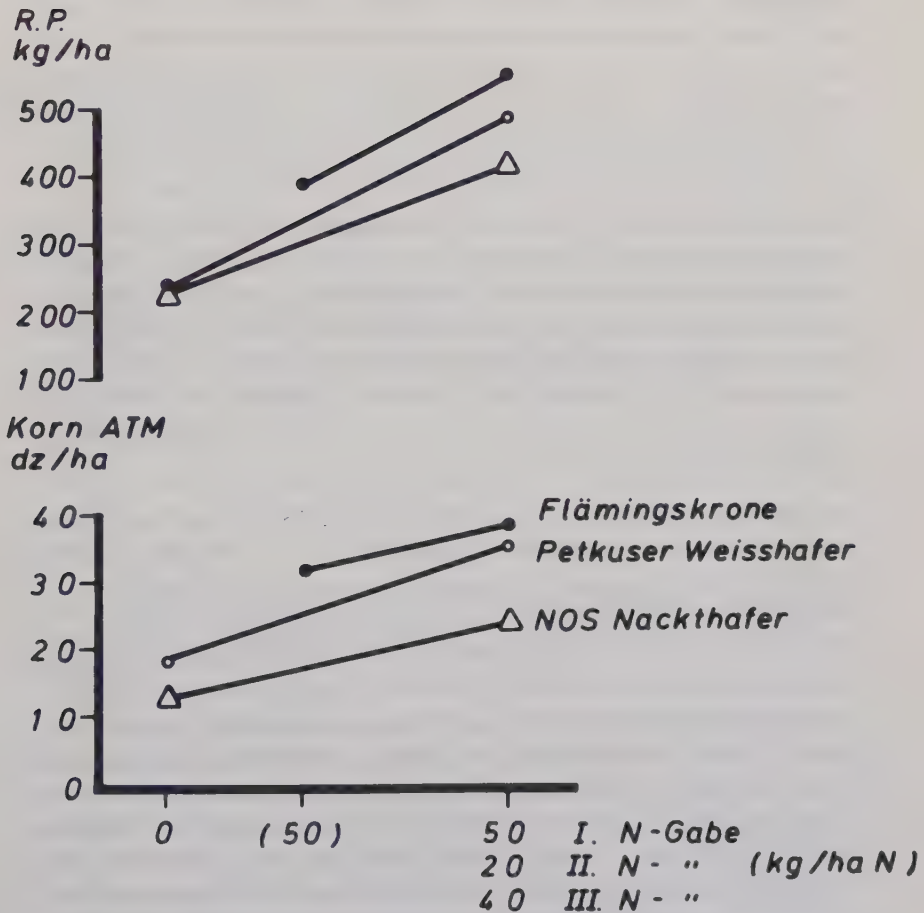
2.4.4 Hafer

Die für die im Rahmen dieser Arbeit untersuchten Haferproben wichtigen Düngungs- und Ertragsdaten sind in Tabelle 5 zusammengefaßt und in Abbildung 5 graphisch dargestellt. Daraus geht hervor, daß die einzelnen Hafersorten auf die steigende N-Düngung mit starken Erhöhungen der Korn- und Rohproteinerträge reagieren, während die Rohproteingehalte sich nur wenig erhöhen und beim Nackthafer sogar einen leichten Abfall zeigen.

Tabelle 5: Einfluß der Stickstoffdüngung auf die Korn- und Rohproteinerträge von Hafer in Gießen 1967

Sorte	N-Düngung (kg/ha)	Korn- ertrag (dz/ha)	Rohprotein-	
			Gehalt (%)	Ertrag (kg/ha)
Flämingskrone	50	31,3	12,3	385
	50+20+40	38,3	14,2	544
Petkuser Weißhafer	0	18,7	12,6	236
	50+20+40	35,4	13,8	489
NOS Nackthafer	0	13,0	17,5	228
	50+20+40	24,1	17,2	415

Abb: 5 Einfluss der N-Düngung auf Rohprotein-
u. Kornerträge von Hafer (Giessen 1967)



3. Durchführung der Untersuchungen

3.1 Methodik der Eiweißfraktionierungen

3.1.1 Vorbereitung des Untersuchungsmaterials

Etwa 200 g der einzelnen Durchschnittskornproben werden zunächst gesiebt, um sie von Verunreinigungen (Erde, Stroh, Unkrautsamen, Spelzen, etc.) zu befreien. Dieses geschieht mit der Schüttelmaschine der Firma Adam Baumüller GmbH (Marktredwitz, Bayern). Nach 5 Minuten Schütteldauer werden die einzelnen Fraktionen nochmals von Hand verlesen und außer der Fraktion, die durch das Sieb mit 1,8 mm Spaltbreite hindurchgefallen war und verworfen wurde, wieder zusammengeschüttet.

Das Schroten erfolgt mit der Schrotmühle der Firma Kamas Kvarnmaskiner AB (Malmö, Schweden). Es handelt sich hierbei um eine Schlagkreuzmühle, die nicht gekühlt werden kann. Aus diesem Grunde ist es nötig, die Körner ganz langsam (für 200 g wurden ca. 15 Minuten gebraucht) in die Mühle zu geben, um eine Denaturierung der Eiweiße durch Erhitzung während des Schrotens möglichst gering zu halten. Das Sieb in der Schrotmühle hat eine Lochgröße von 0,5 mm Durchmesser.

Von diesem gut durchmischten Ganzkornschrot werden die Trockenmasse durch dreistündiges Trocknen bei 105° C und in 2,0000 g der trockenen Substanz der Gesamt-N-Gehalt nach Kjeldahl bestimmt, von einem anderen Teil werden 5,0000 g mit 80,0 g Seesand (Nr. 7712 der Fa. Merck p.a., mit Säure gewaschen und geglüht) durch Umschwenken in einem 200 ml Erlenmeyer innig miteinander gemischt und in die Fraktioniersäulen (ca. 27 cm lange Chromatographierohre mit einem Durchmesser von 2 cm, die unten mit einem Hahn versehen und oben erweitert sind zum Aufgeben von ca. 70 ml Lösungsmittel), in denen sich als unterer Abschluß ein paar Kunststoffplättchen und ca. 5 g reiner Sand befinden, gegeben. "Nachgespült" werden die Erlenmeyer mit ca. 10 g reinem Sand, der als oberer Abschluß in die Fraktioniersäulen kommt. Hierbei ist noch darauf zu achten, daß die

Fraktioniersäulen nicht angestoßen werden, weil dadurch das Extraktionsgut zusammensackt, was zwar keinen Einfluß auf die Ergebnisse hat, die Durchflußgeschwindigkeiten der einzelnen Lösungsmittel jedoch sehr erheblich verringert. Aus diesem Grunde werden die Fraktioniersäulen an einem möglichst erschütterungsfreien Platz aufgestellt. Auf ein Entfetten des Mehles wird wegen der Denaturierungsmöglichkeit verzichtet.

3.1.2 Durchführung der Eiweißfraktionierungen

Nach dem Anfeuchten des Extraktionsgutes mit destilliertem Wasser erfolgt die Eiweißfraktionierung in Anlehnung an MAES (1962 a u. b) mit folgenden Lösungsmitteln: destilliertes Wasser, Salzlösung (0,5 n-NaCl), Alkohol (50 % wässriges Isopropanol), Milchsäurelösung (nach MAES: Vorratslösung: 250 ml 85 % Milchsäure (Merck-Nr. 366) mit destilliertem Wasser auf 1 l verdünnen und 6 Stunden am Rückfluß kochen und für Eiweißextraktionen mindestens 6 Wochen lagern; zur Eiweißextraktion werden 180 ml der Vorratslösung auf 1 l mit destilliertem Wasser aufgefüllt) und Kalilauge (0,1 n-KOH).

Die Lösungsmittel werden in 2 Portionen zu je 50 ml auf die Säulen gegeben, um sie ohne Überdruck hindurchsickern zu lassen. Hierbei ist streng darauf zu achten, daß die Säulen niemals trocken laufen.

Die einzelnen Extrakte werden in 100 ml-Meßkolben aufgefangen und nach der Methode von Kjedadahl auf ihren Gehalt an Stickstoff untersucht.

Die Extraktion der wasserlöslichen Stickstoffverbindungen (niedermolekulare N-Verbindungen und Albumin) dauert ca. 2 Stunden. Die Salzlösung (Extraktion der Globuline) hat etwa die gleiche Durchflußgeschwindigkeit. Bei der Zugabe des Alkohols zur Extraktion der Prolamine erfolgt aber ein derartiges Aufquellen, daß trotz der niedrigeren Oberflächenspannung das Durchsickern 4-8 Stunden dauert. Hiernach werden die Hähne geschlossen und die Säulen über Nacht stehen gelassen. Am nächsten

Tag erfolgt dann die Extraktion der Gluteline zunächst mit Milchsäure, die 2-4 Stunden benötigt, und anschließend mit Kalilauge, was nach 4-6 Stunden beendet ist.

Das Stehenlassen der Säulen mit Alkohol über Nacht wird beibehalten, obwohl ja durch den Alkohol eine gewisse Denaturierung der übrigen Eiweißstoffe stattfindet, weil die Untersuchungen zeigten, daß in einigen Fällen bis zu 96 % des vorhandenen Stickstoffes extrahiert werden. Daraus kann geschlossen werden, daß die Denaturierung durch den Alkohol nicht so gravierend sein kann.

Eine Auftrennung des Glutelins in eine milchsäure- und laugelösliche Fraktion wird durchgeführt, weil eine quantitative Analyse der Aminosäuren der beiden Fraktionen doch gewisse Unterschiede ergibt (KÖHN), wie aus Tabelle 6 ersichtlich ist.

Tabelle 6: Die Aminosäurezusammensetzung von zwei Weizenkorn-glutelinfraktionen nach KÖHN (W.-Weizen "Rabe")
(Prozentualer N-Anteil der einzelnen Aminosäuren an der Gesamt-N-Menge)

Aminosäuren	Glutelin-Fractionen	
	milchsäurelös.	laugelösl.
Lysin	1,9	3,2
Histidin	1,8	3,1
Ammoniak	35	22
Arginin	5,8	8,5
Asparaginsäure	9,0	7,5
Threonin	1,8	2,5
Serin	2,9	3,2
Glutaminsäure	17	13
Prolin	8,0	7,5
Glycin	3,4	5,6
Alanin	3,2	3,7
Halfcystin	0,8	0,9
Valin	2,0	1,8
Methionin	0,4	-
Isoleucin	1,8	1,5
Leucin	3,2	2,6
Thyrosin	-	-
Phenylalanin	2,1	-

Im Laufe der Untersuchungen stellte sich außerdem heraus, daß die milchsäurelösliche Eiweißfraktion bei Weizen und Gerste zwar den geringsten Anteil hat, bei Hafer jedoch die Hauptfraktion darstellt. Wie aus Tabelle 7 ersichtlich, ist die Übereinstimmung der Ergebnisse von 3 Parallelproben in einem Trennungsgang sehr gut.

Tabelle 7: Ergebnisse von 3 Parallelen in einem Trennungsgang;
Lösliche N-Fractionen [mg N / 10 g ATM]
(Wintergerste "Dura", 40+40+0 kg/ha N,
Groß-Gerau, 1965/66)

wasserl.	salzl.	alkoholl.	milchsäurel.	laugel.	Summe
15,8	11,9	37,2	8,4	46,5	119,8
16,1	11,9	36,5	8,4	46,5	119,4
17,2	11,6	37,2	8,1	46,8	120,9

Werden dagegen die gleichen Proben in zeitlich verschiedenen Trennungen fraktioniert, so sind die Unterschiede teilweise größer, wie aus Tabelle 8 zu entnehmen ist.

Tabelle 8: Zusammenstellung der Mittelwerte der Ergebnisse
aus 3 Trennungsvorgängen;
Lösliche N-Fractionen [mg N / 10 g ATM]

wasserl.	salzl.	alkoholl.	milchsäurel.	laugel.	Summe
Sommergerste "Nota", 40+40+40 kg/ha N, Groß-Gerau 1967					
39,0	18,7	81,5	10,8	51,5	201,5
36,5	18,8	82,7	10,5	51,8	200,3
35,6	18,0	80,9	10,3	47,6	192,2
Sommergerste "Nacktgerste" 40+40+40 kg/ha N, Groß-Gerau 1967					
33,6	19,4	68,4	12,0	68,0	201,4
35,0	20,3	70,6	12,3	68,3	206,5
37,3	20,3	67,6	13,0	60,0	198,3

Dieses kann sowohl auf Unterschiede in der Temperatur des Raumes und damit auch der Lösungsmittel zurückgeführt werden, als auch durch abweichende pH-Werte der Lösungsmittel (Wasser-, Salz- und Alkohollösung) bedingt sein (GÜNZEL, 1962 und SAŠEK, 1966).

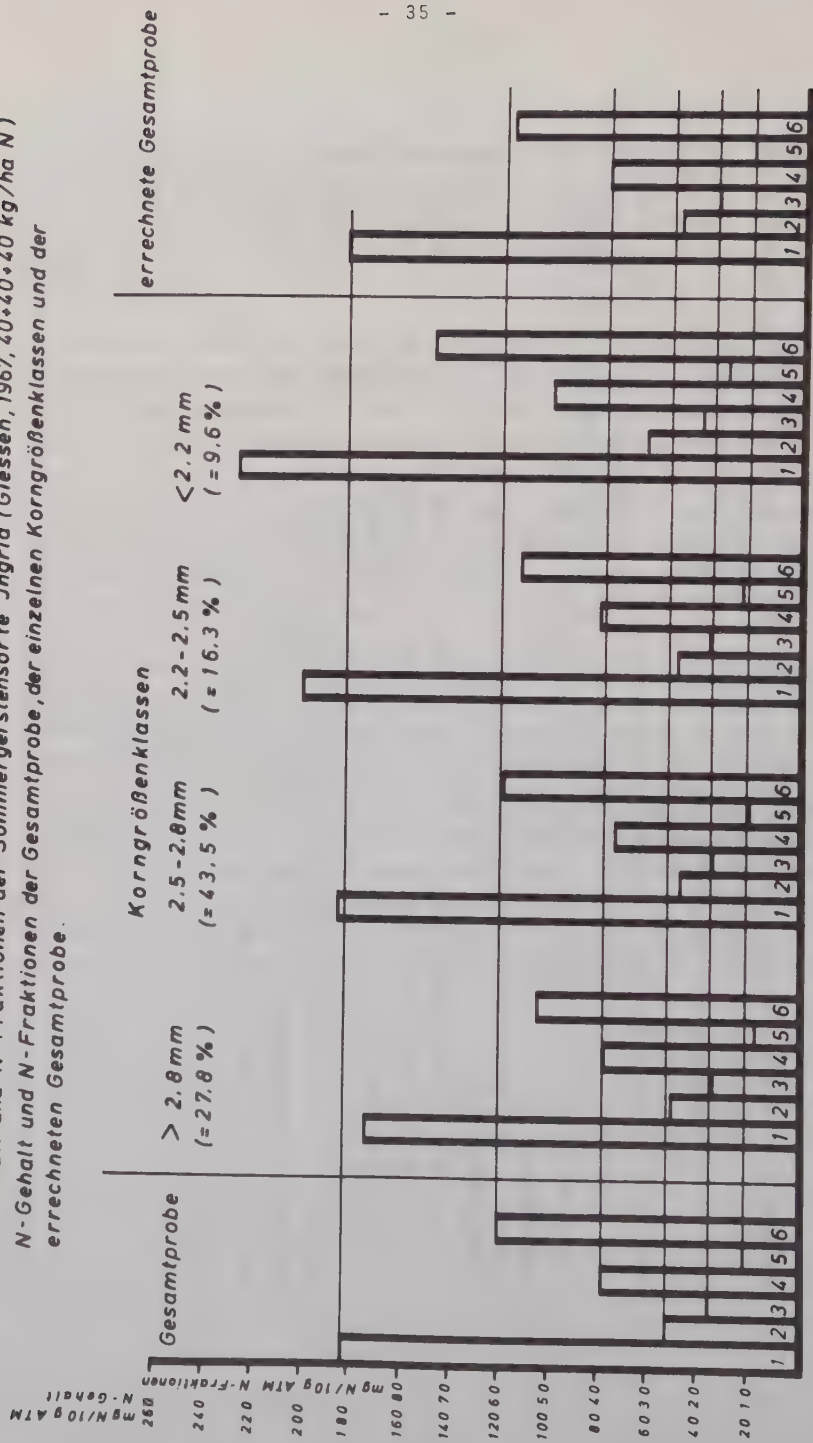
Einen guten Überblick über die Genauigkeit dieser Eiweißtrennungsmethode gibt die Untersuchung, deren Ergebnisse in Tabelle 9 zusammengestellt und in Abbildung 6 graphisch dargestellt sind. Hierbei werden die Eiweißfraktionen der Gesamtprobe von Sommergerste "Ingrid" (40+40+40 kg/ha N, Gießen 1967) und der einzelnen Korngrößenfraktionen bestimmt und anschließend an Hand der quantitativen Zusammensetzung der Siebsortierungen die Eiweißfraktionen der ursprünglichen Probe berechnet. Die Übereinstimmung dieser Ergebnisse ist sehr gut.

Eine Auftrennung der einzelnen Eiweißfraktionen in ihre Aminosäurebestandteile wird nicht durchgeführt, weil sich die Zusammensetzung der Eiweißfraktionen auch bei großen Schwankungen im Eiweißgehalt praktisch nicht ändert (EWALD, 1965). Dabei verschiebt sich lediglich das Verhältnis der einzelnen Eiweißfraktionen zueinander, was aus einer quantitativen Aminosäureanalyse der Gesamtprobe kaum zu ersehen ist, wogegen umgekehrt die Berechnung der Aminosäurezusammensetzung des Gesamteiweißes an Hand der aus der Literatur bekannten Zusammensetzung der einzelnen Eiweißfraktionen jederzeit möglich ist.

Tabelle 9: N-Gehalt und N-Fractionen der Gesamtprobe, der einzelnen Korngrößenklassen und der errechneten Gesamtprobe [mg N / 10 g ATM]
(Sommergerste "Ingrid", 40+40+40 kg/ha N, Gießen 1967)

	N-Gehalt	N - Fraktionen				
		wasserl.	salzl.	alkoholl.	milchsäurel.	laugel.
Gesamtprobe	182,9	25,9	17,3	39,0	10,6	60,1
Korngrößenklassen						
> 2,8 mm (= 27,8 %)	174,1	25,0	16,7	38,9	8,4	52,6
2,5 - 2,8 mm (= 43,5 %)	185,5	23,5	17,0	36,8	9,6	59,2
2,2 - 2,5 mm (= 16,3 %)	200,4	24,6	18,0	39,9	11,6	56,5
< 2,2 mm (= 9,6 %)	227,5	30,4	19,6	50,0	14,7	74,0
errechnete Gesamtprobe	183,6	24,8	17,3	39,2	10,1	58,2

Abb. 6 N-Gehalt und N-Fractionen der Sommergerstensorte Ingrid (Giessen, 1967, 40+40+40 kg/ha N)
N-Gehalt und N-Fractionen der Gesamtprobe, der einzelnen Korngrößenklassen und der
errechneten Gesamtprobe.



1 = N-Gehalt
2 = Wasserl.-N-Fr.
3 = Salzl.-N-Fr.
4 = Alkoholl.-N-Fr.
5 = Milchsäurel. "
6 = Kalilaugel. "

4. Ergebnisse der Untersuchung

4.1 Einfluß von Sorte, Jahreswitterung und Stickstoffdüngung auf den Gesamt-Stickstoff-Gehalt und die Stickstoff- bzw. Proteinfraction im Ganzkorn

4.1.1 Weizen

Die Ergebnisse der Untersuchungen über den Einfluß von Sorte, Jahreswitterung und Stickstoffdüngung auf den Gesamt-Stickstoff-Gehalt und die Stickstoff- bzw. Proteinfractionen im Weizenkorn sind in den Tabellen 10 und 11 zusammengefaßt und in den Abbildungen 7 - 9 graphisch dargestellt.

Alle untersuchten Weizenproben stammen vom Standort Gießen, so daß ein Standortvergleich nicht möglich ist, und auch hinsichtlich der Einflüsse von Sorte und Jahreswitterung waren beim Weizen nur noch wenige Proben vorhanden, so daß in der Auswertung hauptsächlich der Einfluß der variierten N-Düngung erfaßt wird.

Bei den Ergebnissen über den Einfluß der N-Düngung auf den Gesamt-N-Gehalt im Korn spiegelt sich sehr deutlich die negative Korrelation zu den Kornerträgen wieder. Entweder bewirken die gesteigerten N-Gaben eine starke Ertragserhöhung verbunden mit einem nur geringen Anstieg des Gesamt-N-Gehaltes, oder die Erträge bleiben gleich, was besonders bei den 3. Gaben (zum Ährenschieben) der Fall ist, dann steigen jedoch die Gesamt-N-Gehalte kräftig. Dieses kann bei allen Sorten und in allen Jahren beobachtet werden. Beim Einfluß der N-Düngung auf den Gesamt-N-Gehalt im Ganzkorn läßt sich eine gewisse Abhängigkeit von der Jahreswitterung erkennen.

Der Gesamt-N-Gehalt schwankt zwischen 1,42 und 3,14 %, nimmt jedoch in allen Fällen mit steigender N-Düngung mehr oder weniger kräftig zu.

Im Verhalten der einzelnen N- bzw. Proteinfractionen auf den Einfluß der N-Düngung spiegelt sich die Zunahme des Gesamt-N-Gehaltes mehr oder weniger deutlich wieder.

Der Anteil der wasserlöslichen N-Fraktion, der neben den niedermolekularen N-Verbindungen die Albumine angehören, liegt im Mittel aller Varianten bei ca. 20 % des Gesamt-N, schwankend von 13,9 bis 24,0 %. Ihre absolute Höhe zeigt neben der deutlichen Abhängigkeit vom Gesamt-N-Gehalt aber andererseits auch eine gewisse spezifische Abhängigkeit von Sorte und Jahreswitterung.

Diese Fraktion nimmt in den meisten Fällen durch steigende N-Gaben deutlich zu. Allerdings wird, besonders durch eine 3. N-Gabe, der Gesamt-N-Gehalt derartig stark vermehrt, daß sich trotz der deutlichen Zunahme der wasserlöslichen Fraktion relativ eine Abnahme im Anteil am Gesamt-N ergibt.

Der Anteil der salzlöslichen Fraktion, der Globuline, am Gesamt-N liegt in allen Fällen weit niedriger und im Mittel aller hier untersuchten Proben bei ca. 10 %, schwankend von 9,5 bis 13,1 %. Insgesamt ist aber dieser Anteil etwas konstanter als derjenige der wasserlöslichen Fraktion, d.h. die Abhängigkeit vom Gesamt-N ist hier strenger gewahrt.

Mit steigender N-Düngung nehmen meistens auch die Globuline zu, aber wiederum nicht im gleichen Ausmaße wie der Gesamt-N-Gehalt, so daß sich in den meisten Fällen ebenfalls relativ - wenn auch weniger deutlich - eine Abnahme dieser Fraktion am Gesamt-N ergibt.

Der Anteil der alkohollöslichen Fraktion, der Prolamine, liegt im Mittel aller untersuchten Weizenproben sehr viel höher und schwankt im Gegensatz zu denen der wasser- und salzlöslichen Fraktionen in sehr weiten Grenzen, nämlich zwischen 20,4 und 35,7 % des Gesamt-N. Hieraus wird bereits deutlich, wie stark diese Fraktion modifizierbar ist. Die Abhängigkeit vom Gesamt-N des Kornes tritt wieder sehr deutlich zutage, im Vergleich zu

den wasser- und salzlöslichen Fraktionen jedoch insofern grundsätzlich anders, als das Prolamin mit zunehmendem Gesamt-N-Gehalt absolut stärker ansteigt als dieser. Dadurch nimmt auch der Anteil des Prolamins am Gesamt-N bei allen Sorten und in allen Jahren relativ zu, wenn durch erhöhte und vor allem durch späte N-Gaben die Gesamt-N-Gehalte erhöht sind.

Klare Sortenunterschiede dahingehend, daß eine der hier geprüften Sorten die Prolaminfraktion eindeutig weniger oder stärker als eine andere Sorte ausbildet, lassen sich nicht ablesen.

In Abhängigkeit von der Jahreswitterung sind zwar in wenigen Einzelfällen (bei gleicher Sorte und gleicher N-Düngung) Unterschiede im Anteil der alkohollöslichen Fraktion am Gesamt-N angedeutet, jedoch reichen diese wenigen Fälle nicht für eine auch nur einigermaßen verlässliche Aussage aus.

Die milchsäurelösliche Fraktion nimmt hier beim Weizen bei weitem den kleinsten Anteil am Gesamt-N ein; er liegt zwischen minimal 4,4 und maximal 8,6 %. Damit ist er zwar ziemlich variabel, was aber infolge des kleinen Anteils dieser Fraktion am Gesamt-N von untergeordneter Bedeutung ist. Mit steigenden Gesamt-N-Gehalten im Korn nimmt auch die absolute Menge der milchsäurelöslichen Fraktion in den meisten Fällen zu, und zwar in ziemlich gleichem Ausmaße, so daß sich nur im Extremfall ("Jubilar" 67) eine leichte prozentuale Abnahme dieser Fraktion ergibt.

Auch in dieser Fraktion verhält sich keine Sorte typisch anders als die anderen Sorten.

Die laugelösliche Fraktion nimmt wieder einen relativ großen Anteil am Gesamt-N ein, der z.T. auf ähnlicher Höhe wie derjenige der wasserlöslichen Fraktion liegt, teilweise aber auch die Höhe der alkohollöslichen Fraktion erreicht. Der prozentuale Anteil der laugelöslichen Fraktion schwankt zwischen 16,1 und 31,2 % des Gesamt-N.

Mit zunehmenden Gesamt-N-Gehalten - insbesondere bei späten N-Gaben - nimmt auch die laugelösliche Fraktion absolut zu. Im Vergleich zum Gesamt-N ist diese Zunahme beim hier untersuchten Material stark unterschiedlich, so daß sich teils steigende, teils gleiche und teils sinkende prozentuale Anteile für die laugelösliche Fraktion am Gesamt-N ergeben, wenn durch steigende und vor allem durch späte N-Gaben die Gesamt-N-Gehalte erhöht sind.

Klare sortentypische oder von der Jahreswitterung abhängige Einflüsse lassen sich auch auf den Anteil der laugelöslichen Fraktion nicht erkennen.

Die Summe der Anteile der milchsäure- und laugelöslichen Fraktionen - die Eiweißstoffe beider Fraktionen sind ja den Glutelin zuzurechnen - soll nun nochmals im Verhältnis zur alkohollöslichen Fraktion - dem Prolamin - betrachtet werden. Der prozentuale Anteil dieser Summe am Gesamt-N liegt bei den hier untersuchten Weizenproben zwischen 21,5 und 37,0 %. Er übersteigt damit den Anteil der alkohollöslichen Fraktion bei niedrigen Gesamt-N-Gehalten in jedem einzelnen Falle. Mit zunehmendem Gesamt-N im Korn - insbesondere bei höheren späten N-Gaben - verschiebt sich das Verhältnis deutlich zu Gunsten der alkohollöslichen Fraktion, so daß der Prolaminanteil dann in den meisten Fällen den Anteil des Glutelins erreicht oder übertrifft.

Die "unlösliche" Fraktion nimmt einen Anteil von 4,3 bis 22,0 % des Gesamt-N ein, liegt aber in der Mehrzahl der Fälle um 10 %. Die Höhe dieses Anteils hängt zweifellos z.T. von den Extraktionsbedingungen ab. Die in einigen wenigen Fällen sehr hohen unlöslichen Anteile zwingen deshalb dazu, die Anteile der übrigen Fraktionen in diesen speziellen Fällen mit Vorsicht zu beurteilen, was bei der vorstehenden Besprechung auch getan wurde.

Nach diesen allgemeinen Aussagen soll nun auf die Ergebnisse der Untersuchungen in den einzelnen Jahren eingegangen werden. Im Jahr 1962 zeigen der Winterweizen "Carstens VIII" und der Sommerweizen "Lera", abgesehen davon, daß bei "Lera" der Gesamt-N-Gehalt bei niedrigeren Erträgen wesentlich höher liegt, die gleiche Reaktion auf die N-Düngung. Bei Erhöhung der Düngung von 0 auf 40+20 kg/ha N nimmt der Gesamt-N-Gehalt im Korn bei stark erhöhten Erträgen nur wenig zu, um dann bei der Variante 40+40+40 kg/ha N einen kräftigen Anstieg bei leichter Ertragszunahme beim "Carstens VIII" und leichter Ertragsabnahme bei "Lera" zu zeigen. Im Gegensatz dazu steigt beim Sommerweizen "Opal" der N-Gehalt im Korn sowohl durch die 2. als auch durch die 3. N-Gabe sehr stark an und dieses ist mit einer starken bzw. leichten Kornertragserhöhung verbunden, ohne jedoch, nachdem der Anfangs-N-Gehalt viel tiefer als bei "Lera" lag, den Endwert dieser Sorte ganz zu erreichen.

Von den Eiweißfraktionen sollen im wesentlichen nur die Klebereiweiße, die alkohol- und laugelöslichen Fraktionen, besprochen werden, weil in diesen die größten Unterschiede zu verzeichnen sind. Hier zeigt sich, daß beim "Carstens VIII" der Prolamingehalt erst durch die 3. N-Gabe derartig stark vermehrt wird, daß er dadurch den Glutelingehalt übersteigt. Beim "Opal" findet die verstärkte Zunahme des Prolamins bereits von Anfang an statt, so daß hier schon der zweite Wert weit über dem entsprechenden des Glutelins liegt, und dieses starke Ansteigen hält bis zur höchsten Düngungsstufe an. Im Gegensatz dazu zeigt "Lera" einen fast parallelen Anstieg der beiden Klebereiweiße, wobei der Prolamingehalt in jeder Düngungsvariante wesentlich höher als der Glutelingehalt liegt.

Während im Jahr 1963 die beiden Winterweizen "Rabe" und "Wika" im Gesamtstickstoffgehalt mit der Stickstoffsteigerung von 40 auf 40+40+40 kg/ha den gleichen starken Anstieg bei mäßiger Kornertragserhöhung zeigen, wobei allerdings die Werte bei Sorte "Rabe" etwas höher liegen, ergeben sich doch in den

Eiweißfraktionen gewisse Unterschiede. So steigt das laugelösliche Glutelin bei Sorte "Rabe" doch wesentlich stärker als bei "Wika", bei der dafür die wasserlösliche Fraktion stärker zunimmt.

Ein guter Jahresvergleich ist 1965 und 1966 bei "Wika" und "Opal" möglich. Hier erhielten beide Sorten die gleiche Düngermenge von 120 kg/ha N in verschiedenen Aufteilungen. Auffallend ist hier die Tatsache, daß im Jahr 1965 der Gesamt-N-Gehalt außerordentlich hoch liegt und auf die einzelnen N-Gaben relativ schwache Reaktionen verbunden mit starken Ertragsdifferenzen zeigt. Im Jahr 1966 dagegen treten diese Reaktionen bei wesentlich niedrigerem Gesamt-N-Gehalt sehr viel deutlicher hervor, dagegen ändern sich die Erträge kaum.

Als markant kann bei "Wika" die außerordentlich scharfe Reaktion auf die einzelnen Düngungsvarianten bezeichnet werden. Den niedrigsten N-Gehalt bringt dabei die Variante, die 120 kg/ha N in einer Gabe erhielt. Etwas mehr Stickstoff enthält die Probe, wenn die gleiche Düngermenge aufgeteilt wurde in 80+40 kg/ha N. Am höchsten liegt der N-Gehalt jedoch, wenn als 1. N-Gabe nur 40 kg/ha gegeben wurden. Die Bedeutung des Zeitpunktes, zu dem die restlichen 80 kg/ha N verabreicht wurden, zeigt sich wohl auch 1965, aber 1966 in sehr viel stärkerem Maße; wurde nämlich diese restliche Gabe bei Schoßbeginn gegeben, bewirkte sie zwar auch eine Zunahme des Gesamt-N-Gehaltes, diese ist jedoch sehr viel stärker, wenn die 80 kg/ha N erst zum Ährenschieben verabreicht werden.

Bei "Opal" sind diese Erscheinungen zwar nicht so deutlich, aber die Bedeutung des Zeitpunktes, zu dem die restlichen 80 kg/ha N gegeben werden, tritt hier 1965 stärker als 1966 hervor. 1965 liegt auch der Gesamt-N-Gehalt bei "Opal" noch deutlich höher als bei "Wika", während 1966 der Maximalwert von "Wika" höher als der von "Opal" liegt und auch den eigenen vom Vorjahr sogar etwas übertrifft. Bei "Opal" werden die sehr hohen Vorjahrswerte dagegen in keiner Düngungsvariante erreicht.

Auffallend ist bei den Eiweißfraktionen der außerordentlich hohe Anteil der wasserlöslichen Fraktion, der jedoch neben dem salzlöslichen die geringsten Schwankungen zeigt. Weiterhin tritt deutlich die starke Zunahme des Prolamins durch die späte N-Gabe hervor, das, wie es bei dieser hohen Düngergabe nicht anders erwartet werden kann, auch in jedem Fall die stärkste Fraktion darstellt.

Im Jahre 1967 liegen die Gesamt-N-Gehalte bei guten Erträgen beim Winterweizen "Jubilar" und verbunden mit extrem hohen Erträgen beim Sommerweizen "Opal" relativ niedrig, und beide Sorten reagieren in den entsprechenden Düngungsvarianten gleich. So bringt die Erhöhung der N-Düngung von 60 auf 60+60 kg/ha einen sehr deutlichen Anstieg in den Gesamt-N-Gehalten, was bei "Opal" mit einer weiteren Steigerung der Erträge verbunden ist, während bei "Jubilar" ein leichter Ertragsabfall auftritt. Die Düngungsvarianten beider Sorten, bei denen zum Schoßbeginn keine N-Gabe, sondern erst zum Ährenschieben die nächste N-Gabe verabreicht wurde, zeigen nur geringfügig erhöhte Gesamt-N-Gehalte. Bei "Opal" ist dies jedoch noch mit einer weiteren Ertragssteigerung verbunden, während bei "Jubilar" die Erträge gleich blieben. Zu welchen Steigerungen im Gesamt-N-Gehalt der "Jubilar" allerdings fähig ist, geht aus den Varianten hervor, in denen die späte N-Gabe probeweise auf 120 und sogar 180 kg/ha gesteigert wurde. Erst hier findet der gewohnte steile Anstieg des Gesamt-N-Gehaltes bei ebenfalls noch steigenden Erträgen statt. Aber wie ja bereits erwähnt, haben in diesem für die Entwicklung außerordentlich günstigen Jahr die verabreichten N-Mengen nicht ausgereicht.

Auch das Spektrum der Eiweißfraktionen erinnert dadurch, daß anfangs der Glutelingehalt am höchsten liegt und auch durch die N-Gabe von 120 kg/ha noch nicht vom Prolamingehalt übertroffen wird, an zu niedrige Düngungsstufen und ist daher zumindest bei "Opal" nicht charakteristisch. Bei "Jubilar" kommt

dagegen der charakteristische Anstieg des Prolamins in den sehr hoch mit Stickstoff gedüngten Varianten noch deutlich heraus.

Zusammenfassend kann zu den N-Fraktionierungsergebnissen an den hier untersuchten Weizenproben gesagt werden, daß sich sehr deutliche Unterschiede in den Anteilen der einzelnen Fraktionen am Gesamt-N-Gehalt des Weizenkorns feststellen lassen. Diese Unterschiede zeigen sich in erster Linie in Abhängigkeit von der absoluten Höhe des Gesamt-N-Gehaltes.

Höhe und Zeitpunkt der N-Düngung beeinflussen die einzelnen Fraktionen hier offenbar nur über den Gesamt-N-Gehalt. Denn Proben, die einen hohen Gesamt-N aufweisen, obwohl sie ohne Düngung blieben, zeigen ähnliche Relationen wie Proben mit hohem Gesamt-N durch erhöhte bzw. späte N-Düngung. Ebenso liegen die Anteile der einzelnen Fraktionen bei Proben, die trotz hoher bzw. ausgesprochen später N-Gaben nur einen niedrigen bis mittleren Gesamt-N-Gehalt aufweisen, ähnlich wie bei solchen Proben, die infolge fehlender oder geringer N-Düngung niedrige Gesamt-N-Gehalte haben.

Typische sorten- oder jahrgangsbedingte Unterschiede in den einzelnen Fraktionen können beim hier untersuchten Weizenmaterial nicht mit Sicherheit nachgewiesen werden.

Vergleich von Backmehl und Ganzkornschrot

Die Beeinflussung der Stickstoff- bzw. Proteinfractionen im Ganzkorn durch Sorte, Standort und N-Düngung ist zwar pflanzenphysiologisch und im Hinblick auf den Futterwert von Getreide von Bedeutung. Für die Verwertung des Weizens als Rohstoff für die Müllerei bzw. Bäckerei und damit für die menschliche Ernährung sind nicht die Verhältnisse im Ganzkorn, sondern im tatsächlich der menschlichen Ernährung zugeführten Anteil des Kornes, also im Backmehl, entscheidend. Daher sind auch von einigen Weizenproben die N-Fractionen im Backmehl (ca. 65 % Ausbeute) untersucht und diese Ergebnisse den Werten aus dem Ganzkornschrot entgegengestellt worden (Tabelle 10, Abb. 7).

Hier muß jedoch vorausgeschickt werden, daß die Proben bis zur Eiweißfraktionierung raumtechnisch bedingt unter keineswegs optimalen Bedingungen lagerten und zum anderen, daß von dem Ausgangsmaterial, das zum Vermahlen geschickt wurde, nicht in allen Fällen noch genügend zum Schroten zur Verfügung stand, so daß auf Probenmaterial zurückgegriffen werden mußte, das zwar von derselben Ernte stammte, aber nicht unbedingt mit dem Ausgangsmaterial für die Müllerei identisch sein muß. Außerdem sei hier nochmals auf die fehlende Kühlmöglichkeit der Schrotmühle hingewiesen. Unter diesen Voraussetzungen sind die hier aufgeführten Ergebnisse mit einer gewissen Vorsicht zu betrachten.

Aus der Gegenüberstellung geht zunächst einmal hervor, daß der Gesamt-N-Gehalt im Backmehl im allgemeinen niedriger liegt als im Ganzkornschrot, diese Differenz aber umso kleiner wird, je mehr die absoluten N-Gehalte durch eine N-Spätdüngung erhöht sind.

In der wasserlöslichen Fraktion zeigt sich im wesentlichen dasselbe Bild, nur daß hierbei die Differenzen viel stärker ausgeprägt sind.

Bei der salzlöslichen Fraktion zeigt sich wieder ein ähnliches Bild. Hier liegen jedoch die Werte der Backmehle aus den höchsten Düngungsstufen in allen Fällen höher als bei den Ganzkornschroten.

Die geringsten Differenzen treten bei der milchsäurelöslichen Fraktion auf. Hier zeigen die Ganzkornschrote jedoch in fast allen Fällen die etwas niedrigeren Werte.

Die ausgeprägtesten Unterschiede sind in den beiden Speichereiweißen zu erkennen. Die alkohollösliche Fraktion liegt teils beim Backmehl höher als im Ganzkornschrot ("Opal") und zeigt den wesentlich stärkeren Anstieg mit steigender N-Düngung, teils liegt sie im Ganzkornschrot höher ("Carstens VIII") und zeigt dann auch hier den kräftigeren Anstieg. Die laugelösliche Fraktion liegt dagegen bei allen Sorten und Düngungsstufen im Backmehl höher, und das Verhältnis der beiden Klebereiweiße verschiebt sich in jedem Falle durch das Vermahlen zum Backmehl zu Gunsten des laugelöslichen Glutelins.

Tabelle 10: Einfluß von Sorte, Jahreswitterung und Stickstoffdüngung auf den Gesamtstickstoffgehalt und die Stickstoff-Fractionen im Weizenkorn - Standort Gießen
(in mg/10 g ATM und in % vom Gesamt-N)

Sorte	Jahr	N-Düngung (kg/ha)	Gesamt-N	wasserl.	salztl.	alkoholl.	milchsrsl.	laugel.	unlös.
N - F r a k t i o n e n									
Backmehle Carstens VIII	62	0	154,9	30,5 19,7	13,8 8,9	36,0 23,2	10,3 6,6	53,6 34,6	10,7 6,9
		40+20	168,9	32,5 19,2	16,9 10,0	39,1 23,1	11,4 6,7	57,9 34,3	11,1 6,6
		40+40+20	245,0	43,1 17,6	30,8 12,6	50,1 20,4	16,0 6,5	72,7 29,6	32,3 13,2
Lera	62	0	206,5	25,7 12,4	12,1 5,9	55,2 26,7	15,2 7,4	82,4 39,9	15,9 7,7
		40+20	228,4	30,3 13,3	28,9 12,7	73,4 32,1	16,6 7,3	71,1 31,1	8,1 3,5
		40+40+40	294,3	52,3 17,8	36,3 12,3	64,5 21,9	20,2 6,9	85,5 29,9	35,5 12,0
Opal	62	0	182,9	24,0 13,1	17,5 9,6	49,7 27,2	10,3 5,6	57,9 31,7	23,2 12,7
		40+20	257,3	28,1 10,9	27,8 10,8	84,8 33,0	15,5 6,0	86,7 33,7	14,4 5,6
		40+40+40	310,6	31,1 10,0	37,3 12,0	112,5 36,2	17,2 5,5	96,9 31,2	15,6 5,0
Ganzkornschrote									
Carstens VIII	62	0	177,6	39,5 22,2	19,5 11,0	38,3 21,6	9,0 5,1	42,1 23,7	29,2 16,5
		40+20	189,0	39,5 20,9	18,8 9,9	42,9 22,7	9,8 5,1	45,2 23,9	32,8 17,4
		40+40+20	249,4	45,1 18,1	24,2 9,7	70,8 28,4	13,0 5,2	58,9 23,6	37,4 15,0
Lera	62	0	226,9	44,5 19,6	22,4 9,9	58,3 25,7	12,7 5,5	41,1 18,1	47,9 21,2
		40+20	235,4	44,0 18,7	25,1 10,7	71,5 30,4	14,1 6,0	58,5 24,9	22,2 9,4
		40+40+40	299,3	50,5 16,9	29,1 9,7	92,7 31,0	16,7 5,6	72,0 24,1	38,3 12,8
Opal	62	0	187,3	41,3 22,1	18,5 9,9	49,7 26,5	9,5 5,1	52,4 28,0	15,9 8,5
		40+20	250,3	47,3 18,9	24,9 9,9	73,6 29,4	12,8 5,1	64,4 25,7	27,3 10,9
		40+40+40	292,3	52,9 18,1	28,1 9,6	94,0 32,2	14,7 5,0	73,4 25,1	29,2 10,0
Rabe	63	40	142,1	26,1 18,3	18,6 13,1	39,0 27,4	11,1 7,8	41,6 29,2	5,9 4,3
		40+40+40	218,3	30,9 13,9	22,3 10,0	72,5 32,6	15,2 6,8	52,7 23,7	30,3 13,6
Wika	63	40	133,5	23,3 17,5	16,3 12,2	36,0 27,0	10,2 7,6	41,6 31,2	7,0 4,7
		40+40+40	209,9	31,2 14,9	21,3 10,1	66,7 31,7	14,6 6,9	48,0 22,8	26,2 13,2

Tabelle 11: Einfluß von Sorte, Jahreswitterung und Stickstoffdüngung auf den Gesamtstickstoffgehalt und die Stickstoff-Fractionen im Weizenkorn - Standort Gießen
(in mg/10 g ATM und in % vom Gesamt-N)

Sorte	Jahr	N-Düngung (kg/ha)	Gesamt-N	wasserl.	salzl.	N - F r a k t i o n e n				unlös.
Ganzkornschrote						alkoholl.	milchsrl.	laugel.		
Wika	65	120	224,9	53,6 23,8	25,2 11,2	67,7 30,1	11,3 5,0	43,4 19,3	23,7 10,5	
		40+80	234,6	55,6 23,7	24,6 10,5	70,1 29,9	13,4 5,7	47,3 20,2	23,6 10,1	
		80+40	233,7	53,7 23,0	25,1 10,7	72,4 31,0	10,3 4,4	48,8 20,9	23,4 10,0	
		40+0+80	245,2	56,2 22,9	24,7 10,1	76,3 31,1	13,7 5,6	52,3 21,3	22,0 9,0	
Opal	65	120	250,9	53,1 21,2	30,6 12,2	85,5 34,1	13,5 5,4	40,4 16,1	27,9 11,1	
		40+80	249,9	50,8 20,3	27,8 11,1	81,2 32,5	14,4 5,8	50,0 20,0	25,7 10,3	
		80+40	256,7	52,2 20,3	30,0 11,7	85,0 33,1	17,0 6,6	55,6 21,7	16,9 6,6	
		40+0+80	283,8	55,2 19,4	32,1 11,3	98,2 34,7	16,2 5,7	64,0 22,5	17,9 6,3	
Wika [†]	66	120	175,6	37,5 21,4	18,3 10,4	51,8 29,5	11,0 6,3	40,5 23,1	16,5 9,4	
		40+80	198,5	42,5 21,4	19,7 9,9	53,7 27,0	17,1 8,6	46,4 23,4	19,1 9,6	
		80+40	181,4	38,3 21,4	18,6 10,3	52,6 29,0	13,8 7,6	40,9 22,5	17,2 9,5	
		40+0+80	249,5	45,9 18,4	23,8 9,5	89,1 35,7	16,6 6,7	51,8 20,8	22,3 8,9	
Opal	66	40+80	227,0	54,2 23,9	23,3 10,3	69,5 30,6	13,7 6,0	47,1 20,7	19,2 8,5	
		80+40	208,7	50,1 24,0	23,0 11,0	59,1 28,3	12,1 5,8	39,0 18,7	25,4 12,4	
		40+0+80	239,6	52,6 21,9	24,4 10,2	79,9 33,3	12,9 5,4	49,8 20,8	20,0 8,4	
		60	180,4	34,8 19,3	18,8 10,4	44,8 24,8	9,4 5,2	49,2 27,3	23,4 13,0	
Jubilar	67	50+60	223,1	37,8 16,9	24,2 10,8	50,8 22,7	11,2 5,0	58,7 26,3	39,9 17,9	
		60+0+60	233,7	39,1 16,7	24,5 10,5	61,4 26,3	11,3 4,8	63,6 27,2	33,8 14,5	
		60+0+120	253,6	44,3 17,5	26,7 10,5	69,2 27,3	11,8 4,7	65,8 25,9	35,6 14,0	
		60+0+180	314,1	46,8 14,9	30,8 9,8	85,9 27,4	13,9 4,4	67,8 21,6	68,9 22,0	
Opal	67	60	175,1	42,0 24,0	19,0 10,9	36,1 20,6	8,9 5,1	47,9 27,4	21,2 12,1	
		60+60	215,0	46,5 21,6	24,0 11,2	47,1 21,9	13,8 6,4	48,8 22,7	34,8 16,2	
		60+0+60	224,7	44,2 19,7	24,5 10,9	54,0 24,0	11,5 5,1	53,2 23,7	37,3 16,6	

[†] Proben wurden nicht von mir gemahlen, da keine Kornproben mehr vorhanden waren

Abb.7 Einfluss der N-Düngung auf N-Gehalt und N-Fractionen von Weizen (Giessen 1962, Backmehle u. Ganzkornschrote)

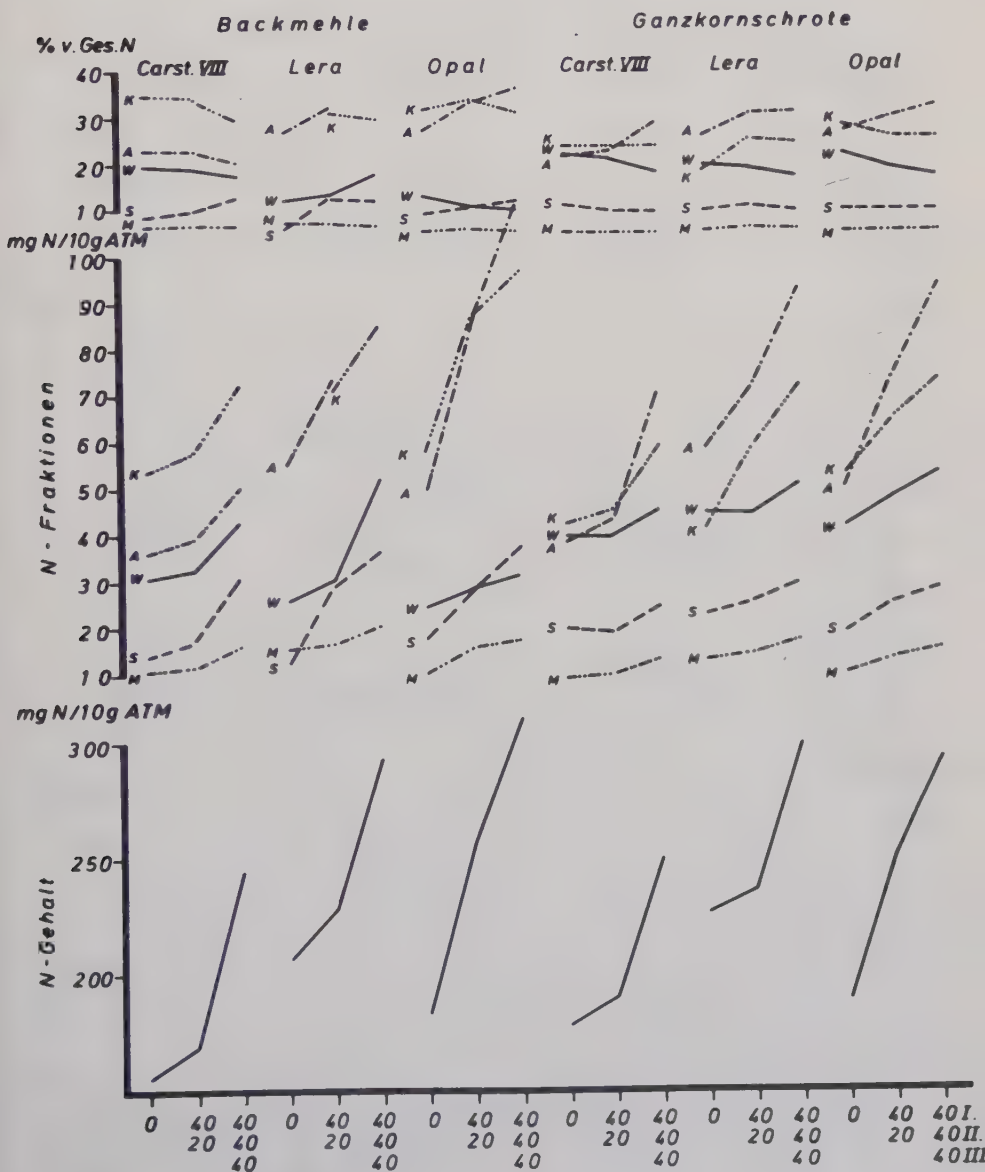


Abb. 8 Einfluss der N-Düngung auf N-Gehalt und N-Fractionen von Weizen (Giessen, Ganzkornschrote)

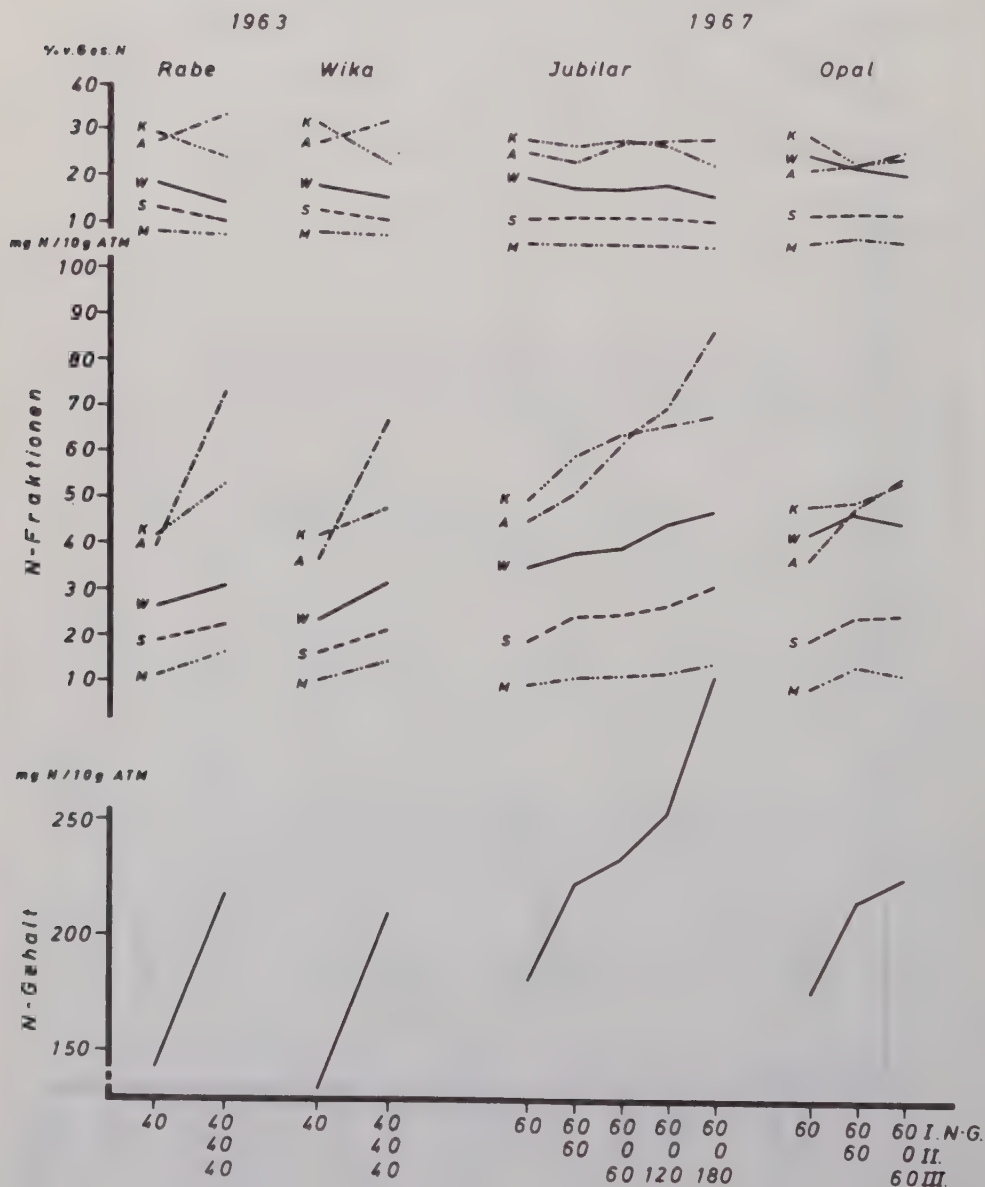
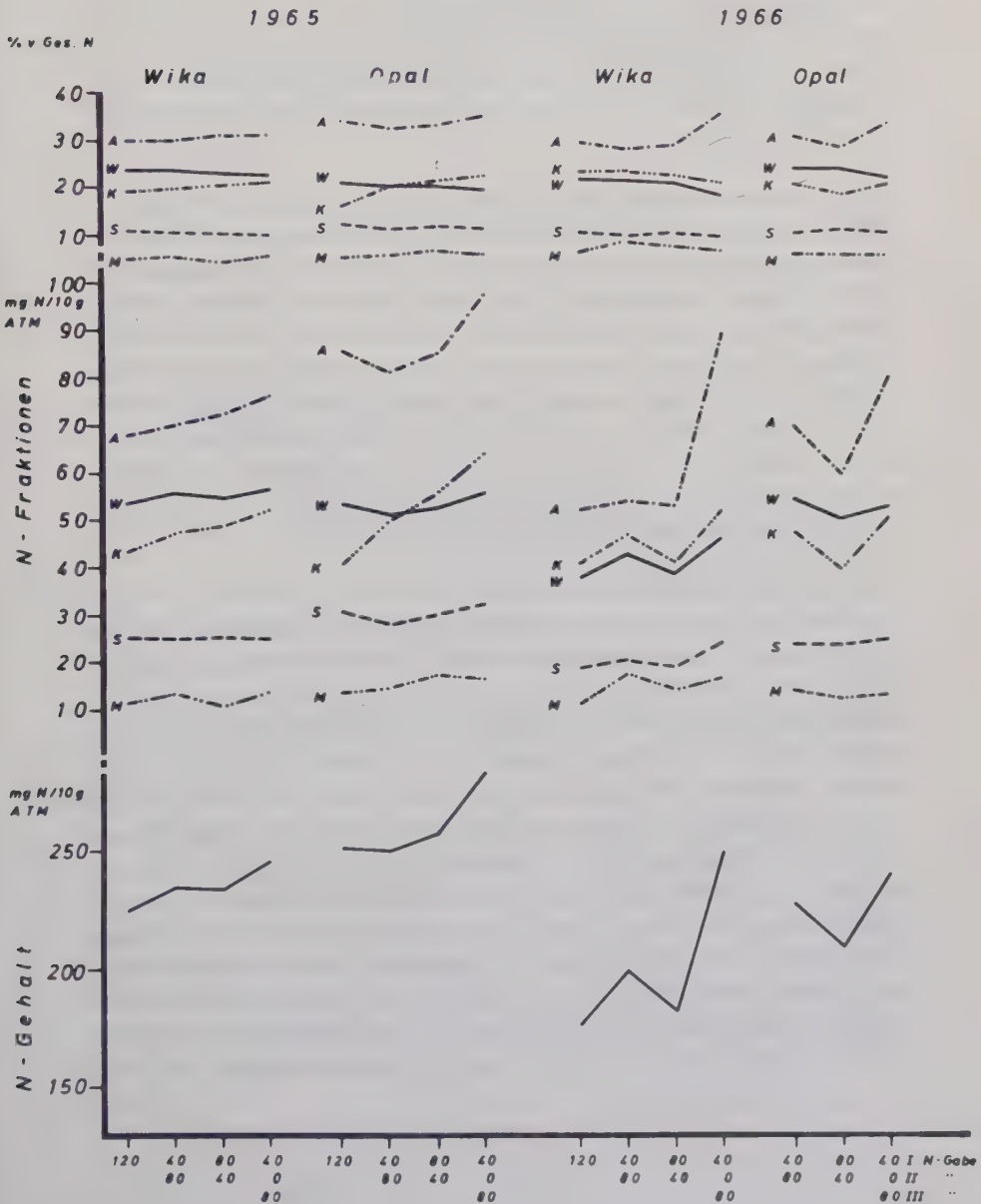


Abb: 9 Einfluss der N-Düngung auf N-Gehalt und N-Fractionen von Weizen (Giessen, Ganzkornschröte)



4.1.2 Wintergerste

Die Ergebnisse der Untersuchungen über den Einfluß von Sorte, Standort, Jahreswitterung und N-Düngung auf den Gesamt-N-Gehalt und die N- bzw. Proteinfractionen im Wintergerstenkorn sind in der Tabelle 12 zusammengefaßt und in der Abbildung 10 graphisch dargestellt.

Die in N-Düngungsversuchen in den Jahren 1966 und 1967 auf den Standorten Gießen (schwerer alluvialer Lehm) und Groß-Gerau (anlehmiger dilluvialer Sand) geprüften Wintergerstensorten "Dura" (vielzeilig) und "Tria" (zweizeilig) zeigten sehr große Unterschiede und eine sehr deutliche Reaktion auf steigende und ganz besonders auf späte N-Gaben. Bei deutlich niedrigerer Ertragsleistung liegt der Gesamt-N-Gehalt im Korn bei der Sorte "Tria" in allen Varianten weit höher als bei der Sorte "Dura" (um relativ ca. 20-25 %). Der Anstieg des N-Gehaltes im Korn durch erhöhte bzw. späte N-Gaben ist allerdings in beiden Sorten gleich stark.

Die Art der Zunahme im Gesamt-N-Gehalt hängt jedoch stark vom Standort und von der Jahreswitterung ab. So reagieren 1966 auf dem Standort Groß-Gerau beide Sorten auf jede Erhöhung der N-Gabe sowie deren Teilung mit einer kräftigen Zunahme. In Gießen dagegen bewirkt die Erhöhung der einmaligen N-Gabe von 60 auf 80 kg/ha nur eine schwache Steigerung des Gesamt-N-Gehaltes, während die geteilten Gaben von 40+40 und 40+40+40 kg/ha N wie in Groß-Gerau eine kräftige Steigerung des Gesamt-N-Gehaltes zur Folge haben. Im Gegensatz dazu bringt 1967 die Teilung der N-Menge von 80 in 40+40 kg/ha in Groß-Gerau bei "Dura" kaum, bei "Tria" nur eine schwache Steigerung des Gesamt-N-Gehaltes, der auch auf die Erhöhung von 60 auf 80 kg/ha N nur schwach reagiert. Die gewohnte starke Zunahme bringt hier erst die Gabe von 40+40+40 kg/ha N, jedoch bleibt der Gesamt-N-Gehalt 1967 deutlich hinter dem 1966 erzielten zurück, was

eine Folge des Verdünnungseffektes durch die sehr hohen Erträge 1967 ist. Hier haben die verabreichten N-Gaben offensichtlich nicht ausgereicht, um die bei diesen Sorten möglichen Gesamt-N-Gehalte auch wirklich zu erreichen.

Ähnlich wie im Gesamt-N-Gehalt sind die beiden Sorten auch in den einzelnen N- bzw. Proteinfractionen verschieden.

Der Anteil der wasserlöslichen Fraktion liegt zwischen 11 und 17 % vom Gesamt-N und zeigt eine deutlichen Abhängigkeit von Sorte und Umweltfaktoren. Bei der Sorte "Tria" nimmt diese Fraktion in jedem Falle einen geringeren Anteil am Gesamt-N ein; dieser Anteil ist jedoch innerhalb einer Versuchsreihe sehr konstant, d.h. selbst bei stark erhöhter und später N-Gabe bleibt er etwa gleich, weil Gesamt-N und die wasserlösliche Fraktion gleich stark ansteigen.

Ganz anders verhält sich die Sorte "Dura". Hier liegt der Anteil dieser Fraktion bei den niedrigeren N-Gaben deutlich höher, sinkt aber bei höheren und späten N-Gaben bei gleichzeitig stark erhöhtem Gesamt-N-Gehalt ab, um ähnliche Werte wie bei der Sorte "Tria" zu erreichen. Dieses tritt im Versuchsjahr 1966 auf beiden Standorten klar zutage.

Die salzlösliche Fraktion liegt bei beiden Sorten zwischen 9 und 11 % und zeigt keine Abhängigkeit von Sorte oder Umweltfaktoren.

Die alkohollösliche Fraktion läßt dagegen wieder große Unterschiede erkennen. Ihr Anteil liegt zwischen 19 und 34 % des Gesamt-N. In jedem einzelnen vergleichbaren Fall weist die Sorte "Tria" einen deutlich höheren Anteil auf als die Sorte "Dura". Bei beiden Sorten aber nimmt der Anteil dieser Fraktion zu, wenn durch erhöhte bzw. späte N-Gaben der Gesamt-N-Gehalt steigt, weil die absoluten Werte der alkohollöslichen Fraktion stärker ansteigen als die des Gesamt-N-Gehaltes.

Die milchsäurelösliche Fraktion liegt mit nur 4 - 7 % des Gesamt-N sehr niedrig und läßt keine deutliche Abhängigkeit von Sorte, Standort und N-Düngung erkennen.

Die laugelösliche Fraktion nimmt beim hier vorliegenden Material Anteile zwischen 23 und 34 % vom Gesamt-N ein. Dabei liegen die Anteile bei niedriger N-Düngung bzw. niedrigen Gesamt-N-Gehalten am höchsten und fallen in der Mehrzahl der Fälle mit steigenden Gesamt-N-Gehalten - bei der Sorte "Tria" ist dieses deutlicher und häufiger der Fall als bei der Sorte "Dura".

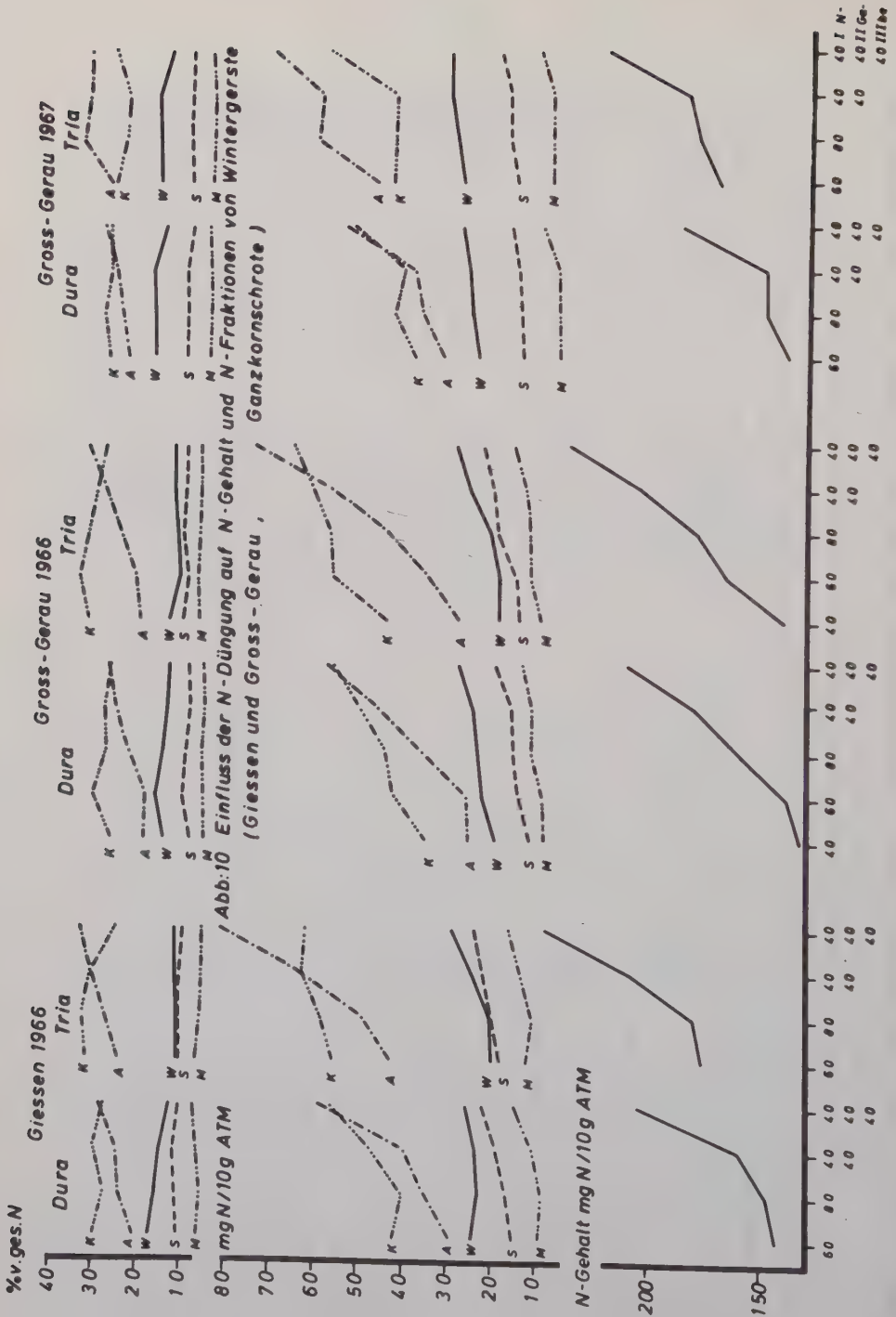
Die Summe der Anteile der milchsäure- und laugelöslichen Fraktionen liegt bei der Sorte "Dura" in jedem einzelnen Falle höher als der Anteil der alkohollöslichen Fraktion; bei der Sorte "Tria" ist dieses bei hoher und später N-Gabe bzw. hohem Gesamt-N-Gehalt oft nicht mehr der Fall.

Tabelle 12: Einfluß von Standort, Sorte, Jahreswitterung und Stickstoffdüngung auf den Gesamtstickstoffgehalt und die Stickstoff- bzw. Protein-Faktionen im Wintergerstenkorn
(in mg N / 10 g ATM und in % des Gesamt-N)

Sorte	Jahr	N-Düngung (kg/ha)	Gesamt-N	wasserl.	salzl.	alkoholl.	milchsr.	laugel.	unlös.
Gießen	66	60 80 40+40 40+40+40	142,1	24,3 17,1	15,2 10,7	29,2 20,5	9,3 6,5	41,9 29,5	22,2 15,6
			146,2	22,9 15,7	16,7 11,4	35,0 23,9	8,5 5,8	40,1 27,4	23,0 15,7
			159,3	23,4 14,7	18,7 11,7	39,7 24,9	10,6 6,7	47,1 29,6	19,8 12,4
			204,9	25,9 12,6	21,8 10,6	59,0 28,8	14,9 7,3	56,0 27,3	27,3 13,3
Tria	66	60 80 40+40 40+40+40	175,5	19,5 11,1	18,2 10,4	42,7 24,3	12,1 6,9	55,8 31,8	27,2 15,5
			179,5	20,2 11,3	19,7 11,0	49,4 27,5	10,6 5,9	58,8 32,8	20,8 11,6
			207,1	24,2 11,7	22,0 10,6	63,9 30,9	13,4 6,5	63,2 30,5	20,4 9,9
			246,4	28,7 11,6	23,7 9,6	81,5 33,1	16,3 6,6	62,0 25,5	34,2 13,9
Dura	66	60 80 40+40 40+40+40	138,2	22,6 16,4	14,4 10,4	25,8 18,7	9,0 6,5	42,3 30,6	24,1 17,4
			158,8	23,3 14,7	15,7 9,9	36,0 22,7	11,4 7,2	44,2 27,8	28,2 17,8
			178,6	24,4 13,7	15,6 8,7	45,5 25,5	11,2 6,3	50,3 28,2	31,6 17,7
			209,4	27,8 13,3	19,2 9,2	57,2 27,3	13,5 6,4	56,0 26,7	35,7 17,1
Tria	66	60 80 40+40 40+40+40	164,9	18,6 11,3	15,0 9,1	35,0 21,2	11,7 7,1	56,1 34,1	28,5 17,3
			177,6	20,9 11,8	19,0 10,7	44,0 24,8	11,8 6,6	57,0 32,1	24,9 14,0
			203,6	25,5 12,5	20,1 9,9	56,8 27,9	12,7 6,2	60,7 29,8	27,8 13,7
			234,9	28,6 12,2	22,6 9,6	75,3 32,1	15,4 6,6	65,7 28,0	27,3 11,6
Dura	67	60 80 40+40 40+40+40	138,7	23,8 17,2	13,9 10,0	32,0 23,1	6,9 5,0	38,2 27,5	23,9 17,2
			148,4	25,4 17,1	14,5 9,8	36,7 24,7	6,9 4,6	42,8 28,8	22,1 14,9
			148,6	26,2 17,6	15,1 10,2	38,6 26,0	7,1 4,7	40,5 27,3	21,1 14,2
			186,6	27,9 14,9	16,6 8,9	54,1 29,0	9,9 5,3	52,2 27,9	26,1 14,0
Tria	67	60 80 40+40 40+40+40	170,5	27,6 16,2	15,6 9,1	46,9 27,5	7,9 4,6	43,6 25,6	28,9 16,9
			180,0	29,1 16,2	17,3 9,6	60,8 33,8	7,7 4,3	43,2 24,0	21,9 12,2
			184,6	30,7 16,6	17,0 9,2	59,5 32,2	7,7 4,2	42,9 23,2	26,8 14,5
			220,2	30,4 13,8	19,7 8,9	70,4 32,0	10,7 4,9	57,5 26,1	31,5 14,3

Groß-Gerau

Gießen



4.1.3 Sommergerste

Für die Untersuchungen an Sommergerste standen einmal Proben der Sorten "Frisia" (vielzeilig), "Impala" und "Union" (beide zweizeilig) aus Düngungsversuchen zur Verfügung, die im Jahre 1966 auf den Standorten Gießen und Groß-Gerau durchgeführt wurden, zum anderen Proben der Sorten "Impala", "Union", "Nota", "Gerda", "Nacktgerste" und "Ingrid" aus dem Versuchsjahr 1967 und zwar wiederum von den beiden Standorten Gießen und Groß-Gerau. Die N-Düngungsvarianten waren in beiden Jahren und auf beiden Standorten die gleichen.

Die Ergebnisse der Untersuchungen über den Einfluß von Sorte, Standort und N-Düngung aus dem Versuchsjahr 1966 auf den Gesamt-N-Gehalt und die N- bzw. Proteinfractionen im Ganzkorn von Sommergerste sind in der Tabelle 13 zusammengefaßt und in der Abbildung 11 graphisch dargestellt.

Die geringsten Steigerungen im Gesamt-N-Gehalt sind 1966 in Groß-Gerau zu verzeichnen. Dabei darf jedoch nicht übersehen werden, daß die Werte in diesem Jahr ausgesprochen hoch liegen (praktisch alle Werte über 2 % N). Jedoch tritt auch hier wieder ein deutlich sichtbarer Einfluß des Standortes auf, der sich darin zeigt, daß die Sorte "Impala" bei der Erhöhung der Stickstoffdüngung von 60 auf 40+40 kg/ha in Gießen die schwächste, in Groß-Gerau die stärkste Zunahme im Gesamt-N-Gehalt zeigt. Auf die zusätzliche späte Gabe von 40 kg/ha N reagiert diese Sorte dann in Gießen am stärksten und in Groß-Gerau nur sehr schwach. Die Sorte "Union" reagiert zwar auf beiden Standorten auf die Erhöhung der Stickstoffgabe von 60 auf 40+40 kg/ha nur mit einer schwachen Zunahme des Gesamt-N-Gehaltes, auf die zusätzliche dritte Gabe von 40 kg/ha N zeigt sie in Groß-Gerau nur eine schwache, in Gießen dagegen eine starke Zunahme. Die vielzeilige Sorte "Frisia" zeigt im Gegensatz zu den beiden anderen Sorten auch in Gießen kaum eine Steigerung des Gesamt-N-Gehaltes durch die zusätzliche späte N-Gabe. Erwähnenswert ist hierbei jedoch,

daß die "typische Braugerstensorte" "Union" in der höchsten Düngungsvariante auf beiden Standorten die beiden sogenannten "Futtergersten" im Gesamt-N-Gehalt übertrifft!

Der Anteil der wasserlöslichen Fraktion, der sich hier zwischen 11 und 15 % des Gesamt-N bewegt, zeigt keine deutliche Abhängigkeit von Sorte und N-Düngung. Im Mittel der Sorten und N-Stufen deutet sich aber für die Proben des Standortes Groß-Gerau ein etwas niedrigerer Prozentsatz an - bei im Mittel etwas höheren Gesamt-N-Gehalten.

Auch die Anteile der salzlöslichen Fraktion, die zwischen 8 und 10 % des Gesamt-N liegen, lassen keine klaren Differenzen zwischen den einzelnen Varianten erkennen.

In der alkohollöslichen Fraktion, deren Werte zwischen 24 und 34 % des Gesamt-N liegen, zeigt sich wieder bei allen Sorten und auf beiden Standorten eine Zunahme des Anteils mit erhöhter und später N-Düngung bzw. mit erhöhtem Gesamt-N-Gehalt. In jeder Düngungsvariante und auf beiden Standorten aber ist der Anteil dieser Fraktion bei der Sorte "Union" niedriger als bei den Sorten "Frisia" und "Impala".

Die milchsäurelösliche Fraktion nimmt mit ca. 2 bis 3 % vom Gesamt-N nur einen sehr kleinen Anteil ein.

Der Anteil der laugelöslichen Fraktion, der sich hier zwischen 21 und 31 % des Gesamt-N bewegt, ändert sich in dieser Versuchsreihe nicht deutlich in Abhängigkeit von der N-Düngung bzw. vom Gesamt-N-Gehalt. Auf beiden Standorten und in jeder N-Variante aber liegt er bei der Sorte "Union" am höchsten und bei der Sorte "Impala" am niedrigsten.

Die Summe der Anteile der milchsäure- und laugelöslichen Fraktionen übersteigt den Anteil der alkohollöslichen Fraktion bei der Sorte "Union" in jedem Falle, bei der Sorte "Impala" unterschreitet er diesen in jedem Falle. Es ergibt sich hier also eine klare Sortendifferenzierung.

Tabelle 13: Einfluß von Standort, Sorte und Stickstoffdüngung auf den Gesamtstickstoffgehalt und die Stickstoff- bzw. Protein-Fractionen im Sommergerstenkorn - Versuchsjahr 1966
(in mg N / 10 g ATM und in % des Gesamt-N)

Stand- ort	Sorte	N-Düngung (kg/ha)	Gesamt-N	wasserl.	salzsl.	alkoholl.	milchsr.	laugel.	unlös.							
Gießen	Frisia	60	201,3	27,9	13,9	20,3	10,1	54,5	27,1	6,4	3,2	48,4	24,0	43,7	21,7	
		40+40	213,6	31,5	14,7	21,4	10,0	66,7	31,2	7,0	3,3	38,8	22,8	38,2	17,9	
		40+40+40	220,5	33,5	15,2	21,4	9,7	71,9	32,6	7,7	3,5	55,5	25,2	31,1	14,1	
	Union	60	208,3	32,3	15,5	19,4	9,3	50,9	24,4	5,9	2,8	59,3	28,5	40,5	19,5	
		40+40	219,8	32,3	14,7	18,7	8,5	59,8	27,2	6,4	2,9	61,1	27,8	41,5	18,9	
		40+40+40	247,6	36,3	14,7	21,0	8,5	69,0	27,9	7,1	2,9	64,3	26,0	49,9	20,2	
Groß- Gerau	Impala	60	199,5	30,5	15,3	18,6	9,3	60,9	30,5	4,7	2,4	44,1	22,1	40,7	20,4	
		40+40	201,3	29,4	14,6	18,4	9,1	66,7	33,1	4,8	2,4	41,7	20,7	40,2	20,0	
		40+40+40	236,3	33,4	14,1	20,1	8,5	79,3	33,6	6,1	2,6	53,8	22,8	43,6	18,5	
	Frisia	60	215,3	25,7	11,9	17,7	8,2	64,0	29,7	5,4	2,5	61,3	28,5	41,3	19,2	
		40+40+)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		40+40+40	235,4	26,0	11,0	18,7	7,9	76,7	32,6	5,8	2,5	68,6	29,1	39,6	16,8	
	Union	60	220,5	27,5	12,5	19,0	8,6	55,2	25,0	6,4	2,9	68,2	30,9	44,4	20,1	
		40+40	226,5	30,6	13,5	18,6	8,2	65,1	28,7	6,3	2,8	68,4	30,2	37,5	16,6	
		40+40+40	238,0	30,3	12,7	20,5	8,6	69,8	29,3	6,3	2,6	70,3	29,5	40,8	17,1	
	Impala	60	208,3	27,9	13,4	18,6	8,9	64,9	31,2	5,3	2,5	45,3	21,7	46,4	22,3	
		40+40	226,0	29,7	13,1	19,6	8,7	76,5	33,8	5,6	2,5	53,6	23,7	41,0	18,2	
		40+40+40	232,8	30,4	13,1	19,8	8,5	80,4	34,5	5,8	2,5	55,8	24,0	46,6	17,5	

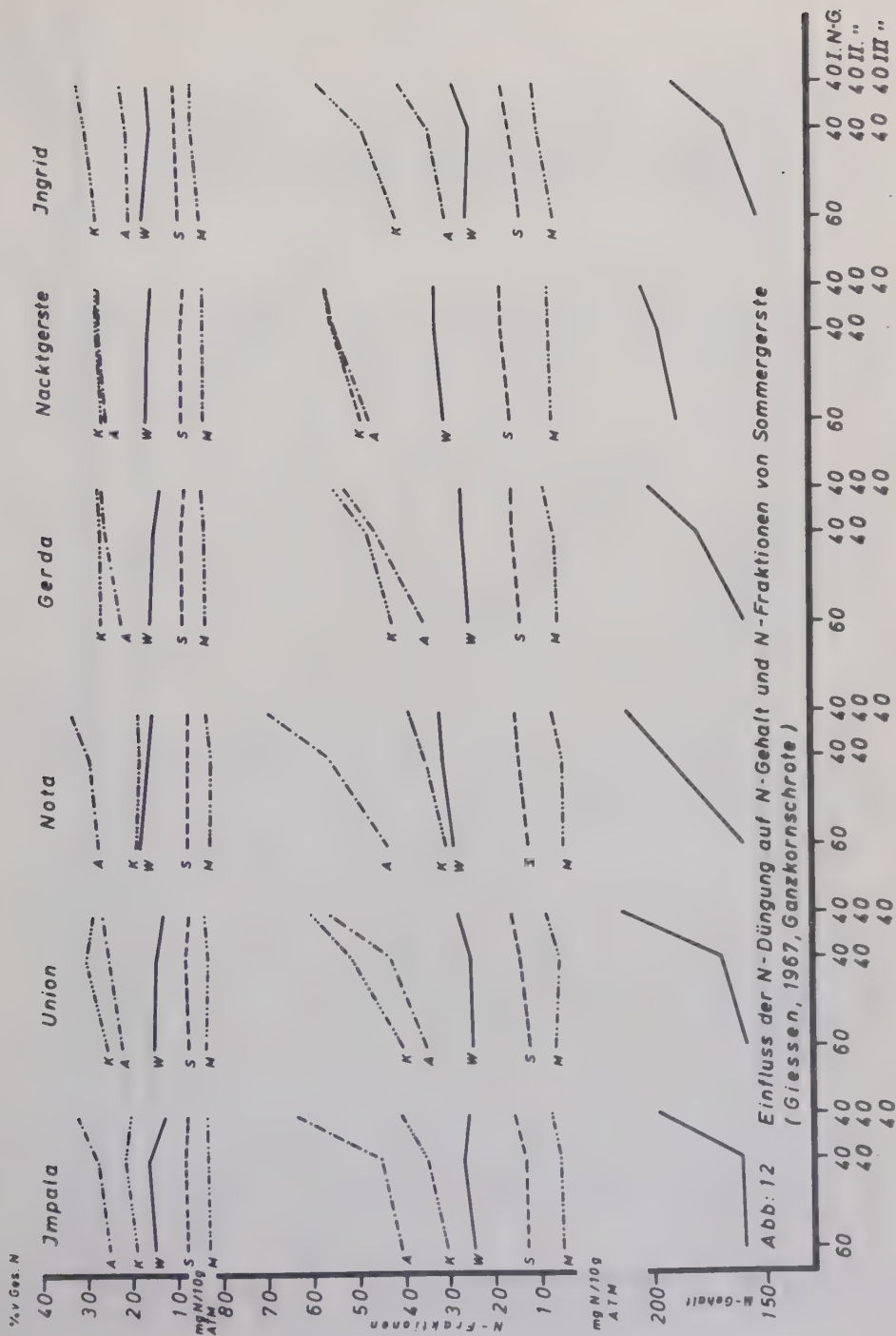
+) Probe 40+40 war nicht mehr ungemahlen vorhanden

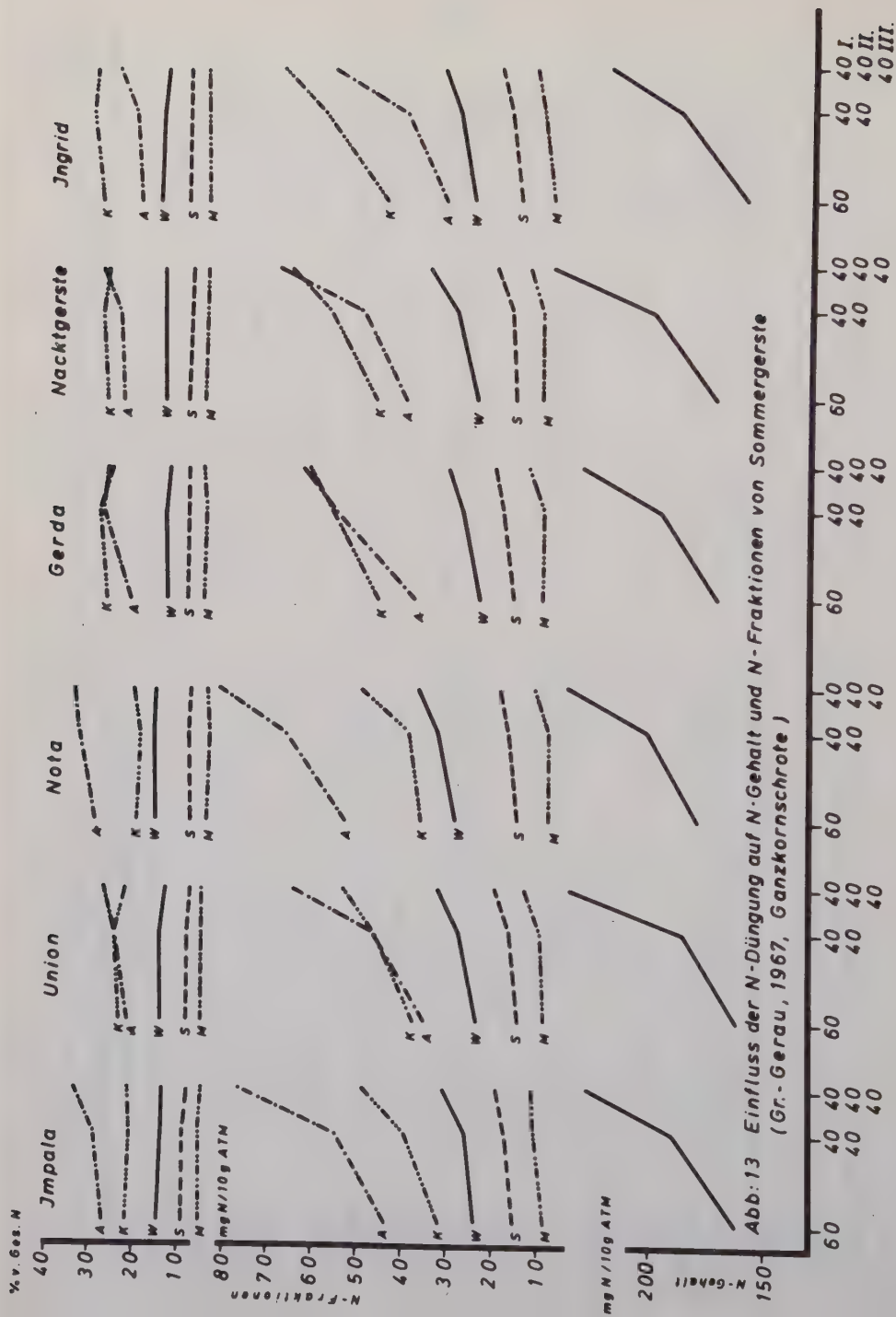
Tabelle 14: Einfluß von Sorte und Stickstoffdüngung auf den Gesamtstickstoffgehalt und die Stickstoff- bzw. Protein-Fractionen im Sommergerstenkorn - Standort Gießen, Versuchsjahr 1967 (in mg N / 10 g ATM und in % des Gesamt-N)

Sorte	N-Düngung (kg/ha)	Gesamt-N	N - F r a k t i o n e n					unlös.						
			wasserl.	salzl.	alkoholl.	milchsr.	laugel.							
Impala	60	160,1	24,5	15,3	12,9	8,0	40,5	25,3	5,1	3,2	30,6	19,1	46,6	29,1
	40+40	161,5	26,9	16,7	13,2	8,2	45,2	28,0	5,5	3,4	35,0	21,7	35,7	22,1
	40+40+40	198,0	25,8	13,2	15,6	8,0	63,8	32,3	7,3	3,7	40,6	20,7	43,4	22,1
Union	60	158,4	24,7	15,6	12,2	7,7	35,2	22,2	6,6	4,1	40,6	25,6	39,2	24,7
	40+40	170,2	25,6	15,0	14,6	8,6	43,0	25,3	5,8	3,4	51,7	30,4	29,5	17,3
	40+40+40	213,0	28,3	13,3	16,4	7,8	56,4	26,5	8,7	4,1	61,1	28,7	42,1	19,7
Nota	60	159,6	29,0	18,2	12,6	7,9	43,6	27,3	4,8	3,0	30,6	19,2	31,9	24,5
	40+40	194,2	31,5	16,2	14,7	7,6	56,7	29,2	4,8	2,5	35,3	18,2	51,2	26,4
	40+40+40	211,2	32,1	15,2	15,6	7,5	70,1	33,2	7,3	3,5	38,6	18,3	47,2	22,3
Gerda	60	158,7	25,3	15,9	14,1	8,9	35,2	22,2	5,8	3,7	42,4	26,7	35,9	22,6
	40+40	179,8	26,8	14,9	15,8	8,8	45,7	25,4	6,6	3,7	47,7	26,5	37,2	20,7
	40+40+40	201,3	26,9	13,4	15,8	7,8	52,6	26,1	8,6	4,3	54,7	27,2	42,7	21,2
Nacktgerste	60	188,1	30,4	16,2	16,0	8,5	46,9	24,9	6,9	3,7	48,8	25,9	39,1	20,7
	40+40	205,8	32,2	15,7	17,8	8,6	54,5	26,5	7,2	3,5	54,9	26,7	39,3	19,1
	40+40+40	213,5	32,2	15,1	18,0	7,9	56,4	26,4	7,4	3,5	57,0	26,7	42,5	19,9
Ingrid	60	151,8	25,1	16,5	13,3	8,8	29,8	19,6	6,1	4,0	40,6	26,7	36,9	24,3
	40+40	166,3	24,1	14,5	15,5	9,3	33,3	20,0	9,3	5,6	47,8	28,7	36,3	21,8
	40+40+40	188,3	27,9	14,8	17,3	9,2	39,7	21,0	10,2	5,4	57,5	30,5	36,2	19,2

Tabelle 15: Einfluß von Sorte und Stickstoffdüngung auf den Gesamtstickstoffgehalt und die Stickstoff- bzw. Protein-Fractionen im Sommergerstenkorn - Standort Groß-Gerau, Versuchsjahr 1967 (in mg N / 10 g ATM und in % des Gesamt-N)

Sorte	N-Düngung (kg/ha)	Gesamt-N	N - F r a k t i o n e n					unlös.						
			wasserl.	salzl.	alkoholl.	milchsrl.	laugel.							
Impala	60	161,8	23,6	14,6	14,9	9,0	43,5	26,9	8,4	5,2	35,1	21,7	36,3	22,6
	40+40	189,2	26,0	13,7	16,9	8,9	54,8	29,0	10,6	5,6	39,5	20,9	41,4	21,9
	40+40+40	228,5	30,8	13,5	18,6	8,1	76,7	33,6	11,3	4,9	49,1	21,5	42,0	18,4
Union	60	161,7	23,2	14,3	14,3	8,8	35,2	21,8	8,5	5,3	37,8	23,4	42,7	26,4
	40+40	185,7	27,3	14,7	16,2	8,7	46,7	25,1	9,5	5,1	46,3	24,9	39,7	21,4
	40+40+40	236,5	32,2	13,6	19,2	8,1	64,5	27,3	12,7	5,4	53,8	22,7	54,1	22,9
Nota	60	179,0	28,4	15,9	14,7	8,2	53,1	29,7	7,8	4,4	36,2	20,2	38,8	21,7
	40+40	200,0	32,4	16,2	16,9	8,5	66,5	33,3	7,5	3,8	38,9	19,5	37,8	18,9
	40+40+40	237,4	36,7	15,5	18,4	7,8	81,5	34,5	10,5	4,4	49,6	20,9	40,7	17,1
Gerda	60	170,0	23,2	13,6	15,4	9,1	37,7	22,2	9,1	5,4	46,2	27,2	38,4	22,6
	40+40	195,9	27,3	13,9	17,9	9,1	55,2	28,2	9,2	4,7	56,1	28,6	30,2	15,4
	40+40+40	231,8	30,3	13,1	19,6	8,5	63,4	27,4	12,5	5,4	61,2	26,4	44,8	19,3
Nacktgerste	60	170,9	24,2	14,2	15,2	8,9	40,0	23,4	9,4	5,5	46,9	27,4	35,2	20,6
	40+40	199,7	28,9	14,5	16,4	8,2	49,6	24,8	9,4	4,7	56,8	28,4	38,6	19,3
	40+40+40	244,5	34,9	14,3	19,9	8,1	68,8	28,1	12,3	5,0	66,1	27,0	42,5	17,4
Ingrid	60	158,3	24,7	15,6	14,6	9,2	31,2	19,7	7,3	4,6	44,8	28,3	35,7	22,6
	40+40	188,7	28,2	14,9	16,8	8,9	40,1	21,2	9,3	4,9	58,3	30,9	36,0	19,1
	40+40+40	229,4	31,9	13,9	19,4	8,5	56,4	24,6	11,3	4,9	67,7	29,5	42,7	18,6





Die Ergebnisse der Untersuchungen an den Sommergerstenproben des Versuchsjahres 1967 sind in den Tabellen 14 und 15 zusammengefaßt und in den Abbildungen 12 und 13 graphisch dargestellt.

Alle sechs hier geprüften Sorten haben auf später verabreichte N-Gaben - besonders auf die 3. N-Gabe zum Ährenschieben - mit Erhöhungen im Gesamt-N-Gehalt reagiert, auf dem Sandboden des Standortes Groß-Gerau meist noch weit stärker als auf dem schweren Lehm des Standortes Gießen.

In Groß-Gerau reagieren alle Sorten sehr einheitlich auf jede N-Steigerung mit starken Gesamt-N-Gehaltserhöhungen. In Gießen dagegen treten zwischen den einzelnen Sorten deutliche Unterschiede hervor. Von sehr gering ("Impala") steigt die Reaktion im Gesamt-N-Gehalt auf die Erhöhung der N-Düngung von 60 auf 40+40 kg/ha über schwach ("Nacktgerste", die allerdings durch ihren ausgesprochen hohen Anfangswert etwas aus dem Rahmen fällt, "Union" und "Ingrid") bis zu beachtlich und stark ("Gerda" und "Nota"). Auch auf die zusätzliche späte N-Gabe sind die Reaktionen der einzelnen Sorten recht unterschiedlich. So zeigen "Nacktgerste" kaum eine, "Nota", "Gerda" und "Ingrid" nur eine schwache, "Impala" und "Union" dagegen eine starke Zunahme des Gesamt-N-Gehaltes.

Der Anteil der wasserlöslichen Fraktion am Gesamt-N liegt in dieser Versuchsreihe zwischen 13 und 18 % und zeigt eine leichte Tendenz zur Abnahme mit erhöhter N-Düngung bzw. erhöhtem Gesamt-N-Gehalt im Korn - auf Standort Gießen etwas deutlicher als auf Standort Groß-Gerau. Es ergibt sich auch hier wieder wie im Vorjahr eine leichte Tendenz für einen etwas geringeren Anteil dieser Fraktion bei den Proben des Standortes Groß-Gerau als bei denen des Standortes Gießen.

Die Sorte "Nota" weist einen etwas höheren Anteil dieser Fraktion auf als die übrigen fünf Sorten, jedoch ist dieser Unterschied sehr klein.

Der Anteil der salzlöslichen Fraktion am Gesamt-N bewegt sich um 8 % und zeigt keine Differenzierung in Abhängigkeit von Standort und Düngung. Bei der Sorte "Nota" zeigt sich andeutungsweise ein etwas geringerer Anteil dieser Fraktion am Gesamt-N.

In den Anteilen der alkohollöslichen Fraktion am Gesamt-N spiegeln sich dagegen die Einflüsse aller Faktoren wieder: Für den Standort Groß-Gerau ergeben sich in der Tendenz etwas höhere Anteile als für den Standort Gießen. Alle Sorten reagieren auf die höhere und späte N-Düngung mit einer relativ stärkeren Zunahme dieser Fraktion als des Gesamt-N, so daß sich mit erhöhten Gesamt-N-Gehalten die prozentualen Anteile der alkohollöslichen Fraktion erhöhen.

Ganz entscheidend aber ist die Tatsache, daß sich eine klare Abstufung der Sorten ergibt: Bei weitem am höchsten liegen die Anteile dieser Fraktion bei den Sorten "Nota" und "Impala", eine Mittelstellung nehmen die Sorten "Union", "Gerda" und "Nacktgerste" ein, und den bei weitem niedrigsten Anteil weist die Sorte "Ingrid" auf - auf beiden Standorten und in allen Düngungsstufen!

In den Anteilen der milchsäurelöslichen Fraktion, die sich nur zwischen 3 und 5 % des Gesamt-N bewegen, zeigen sich keine klaren Differenzierungen, wenn auch für die Sorte "Nota" auf beiden Standorten niedrigere Werte angedeutet sind.

Die Anteile der laugelöslichen Fraktion am Gesamt N, die sich hier zwischen 18 und 31 % bewegen, liegen in der Tendenz bei den Proben von Standort Groß-Gerau etwas höher, nur bei Sorte "Union" ist es umgekehrt. In Abhängigkeit von der N-Düngung deutet sich nur bei der Sorte "Ingrid" - vor allem auf dem Standort Gießen - eine Tendenz zur Erhöhung an bei erhöhten N-Gaben bzw. erhöhtem Gesamt-N-Gehalt im Korn. Eindeutig liegen die Anteile dieser Fraktion bei den Sorten "Nota" und "Impala" niedriger als bei den übrigen Sorten.

Die Summe der Anteile der milchsäure- und laugelöslichen Fraktionen schließlich wieder in Relation zur alkohollöslichen Fraktion ergibt wiederum eine klare Abstufung der Sorten: Bei den Sorten "Nota" und "Impala" ist die Relation sehr weit zu Gunsten der alkohollöslichen Fraktion verschoben, bei den Sorten "Union", "Gerda" und "Nacktgerste" überwiegt zwar die Summe der milchsäure- und laugelöslichen Fraktionen die alkohollösliche Fraktion, die bei weitem günstigste Relation in dieser Hinsicht aber weist die Sorte "Ingrid" auf - und zwar auf beiden Standorten und in allen Düngungsstufen.

4.1.4 Hafer

Die Haferproben stammen vom Standort Gießen aus dem Anbaujahr 1967, und der Hafer- und Sommergerstenversuch lagen in diesem Jahr auf demselben Feldschlag, so daß nicht nur ein direkter Vergleich zwischen den einzelnen Haferproben, sondern auch zwischen diesen und den Sommergerstenproben möglich ist.

Die Ergebnisse der Untersuchungen über den Einfluß von Sorte und N-Düngung auf den Gesamt-N-Gehalt und die einzelnen N- bzw. Proteinfractionen sind in Tabelle 16 zusammengestellt und in Abbildung 14 graphisch dargestellt.

Hieraus läßt sich erkennen, daß der Hafer auf eine erhöhte und späte N-Düngung bei starken Ertragssteigerungen zwar auch positiv im Gesamt-N-Gehalt des Kornes reagiert (die Sorte "NOS Nackthafer" macht bei den hier untersuchten Proben eine Ausnahme; dieses ist jedoch nicht typisch, auch nicht für diese Sorte). Insgesamt gesehen aber ist die Steigerung von weit geringerem Ausmaß als bei Weizen und Gerste.

Die wasserlösliche Fraktion liegt mit einem Anteil von ca. 14 - 17 % des Gesamt-N ähnlich wie bei der Gerste; bei allen drei Sorten ist eine leichte Abnahme des Anteils durch erhöhte und späte N-Gaben angedeutet.

Der Anteil der salzlöslichen Fraktion liegt hier zwischen 14 und 18 % und damit z.T. doppelt so hoch wie bei der Gerste. Eine einheitliche Tendenz dieser Fraktion in Abhängigkeit von der Sorte oder der N-Düngung ist aus diesen wenigen Werten nicht abzulesen.

Die alkohollösliche Fraktion weist bei den hier untersuchten Haferproben nur einen Anteil von ca. 18 bis 21 % des Gesamt-N auf, wobei sich für die Sorte "NOS Nackthafer" etwas höhere Werte ergeben. Bei allen drei Sorten ist eine leichte Abnahme dieses Anteils durch steigende und späte N-Gaben zu erkennen.

Der Anteil der milchsäurelöslichen Fraktion liegt zwischen 24 und 29 % des Gesamt-N. Die Sorte "Flämingskrone" zeigt einen deutlichen Anstieg durch späte N-Düngung bzw. mit erhöhtem Gesamt-N-Gehalt, die Sorte "NOS Nackthafer" dagegen eine leichte Abnahme.

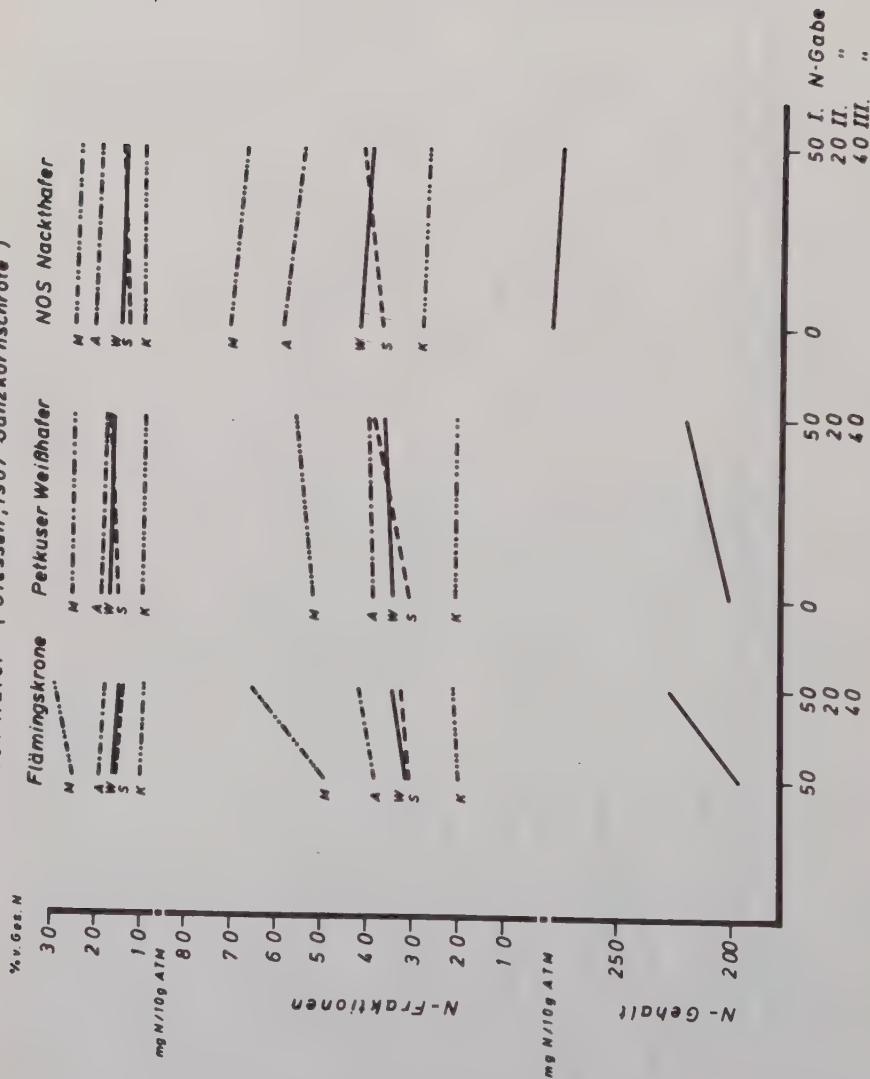
Die laugelösliche Fraktion nimmt mit nur etwa 10 % des Gesamt-N bei Hafer einen geringen Anteil ein. Deutliche Sortenunterschiede sind nicht zu erkennen, es ist aber eine Tendenz zur Abnahme bei erhöhter und später N-Gabe vorhanden.

Die Summe der Glutelinfraktionen (milchsäure- und laugelöslich) liegt bei allen Hafersorten mit 34 bis 38 % vom Gesamt-N recht hoch.

Tabelle 16: Einfluß von Sorte und Stickstoffdüngung auf den Gesamtstickstoffgehalt und die Stickstoff- bzw. Protein-Fractionen im Haferkorn - Standort Gießen, Versuchsjahr 1967
(in mg N / 10 g ATM und in % des Gesamt-N)

Sorte	N-Düngung (kg/ha)	Gesamt-N	N - F r a k t i o n e n					
			wasserl.	salzl.	alkoholl.	milchsrsl.	laugel.	unlös.
Flämings- Krone	50	196,2	31,7 16,2	30,7 15,6	38,2 19,5	49,5 25,2	19,8 10,1	26,3 13,4
	50+20+40	227,1	34,3 15,1	32,8 14,4	41,8 18,4	65,9 29,0	21,0 9,2	31,3 13,8
Petkuser Weißhafer	0	201,0	34,8 17,3	30,9 15,4	38,8 19,3	52,1 25,9	20,4 10,1	24,0 11,9
	50+20+40	220,4	37,1 16,8	38,9 17,6	40,1 18,2	56,3 25,5	20,8 9,4	27,2 12,3
NOS Nackt- hafer	0	279,6	42,3 15,1	37,3 13,3	59,3 21,2	71,0 25,4	28,4 10,2	41,3 14,8
	50+20+40	275,4	39,5 14,3	42,0 15,3	54,9 19,9	67,5 24,5	27,5 10,0	44,0 16,0

Abb. 14 Einfluss der N-Düngung auf N-Gehalt u. N-Fractionen von Hafer (Giessen, 1967 Ganzkornschrote)



5. Beziehungen zwischen den Eiweißfraktionen und einigen anderen Untersuchungsergebnissen

Die bäckereitechnologische Qualität kann bei Weizen mit hohem Eiweißgehalt nur nach einem Qualitätsbackversuch beurteilt werden. Da dieses jedoch mit einem erheblichen Aufwand verbunden ist und daher nicht in jedem Laboratorium vorgenommen werden kann, ist eine große Anzahl von Untersuchungen durchgeführt worden, um die bäckereitechnologische Qualität indirekt zu bestimmen. Nach einer ganzen Reihe indirekter Qualitätsmerkmale, die in den Arbeiten von WEIPERT (1964) und HANNA (1967) untersucht wurden und die teilweise sehr enge Korrelationen zu den Backwertzahlen zeigten, ergab schließlich der von JAHN-DEESBACH und WEIPERT (1965/66) formulierte Backwertindex (BWI) die beste Übereinstimmung, welcher jedoch auch nur als Arbeitshypothese aufzufassen ist und noch an weiterem Material geprüft werden muß.

In Tabelle 17 sind die Ergebnisse vom Einfluß der Stickstoffdüngung auf einige Qualitätsmerkmale bei Weizen zusammengefaßt und in Abbildung 15 graphisch dargestellt. Hieraus geht nicht nur der Einfluß der Stickstoffdüngung an sich hervor, sondern es zeigt sich sehr deutlich, wie wichtig der Zeitpunkt ist, zu dem der Pflanze der Stickstoff angeboten wird.

Eine Gegenüberstellung der Eiweißfraktionen mit dem Backwertindex erfolgt in Tabelle 18. Dabei muß jedoch an dieser Stelle nochmals darauf hingewiesen werden, daß die Proben, bei denen der Backwertindex die beste Übereinstimmung mit den Backwertzahlen zeigt, bis zur neuerlichen Untersuchung sechs Jahre unter keineswegs optimalen Bedingungen lagerten und daß von dem Material, das damals zur Vermahlung gelangte, nicht in allen Fällen noch eine richtige Durchschnittsprobe vorhanden war. Daher muß angenommen werden, daß für die Vermahlung zum Backmehl und die Schrotung zum Ganzkornschrot nicht das absolut gleiche Ausgangsmaterial zur Verfügung stand.

Aus den Relativzahlen der Tabelle 18, bei denen die in der niedrigsten Düngungsstufe erzielten Werte gleich 100 gesetzt sind, ist ersichtlich, daß die Rohproteingehalte und die milchsäurelöslichen N-Fractionen die beste Übereinstimmung mit den Backwertindices zeigen, wobei die Übereinstimmung bei den aus den Backmehlen erhaltenen Werten noch besser als bei den Werten aus den Ganzkornschroten ist.

Tabelle 17: Einfluß der N-Düngung auf Qualitätsmerkmale
bei Weizen

Sorte	Jahr	N-Düngung (kg/ha)	Qualitätsmerkmale			
			RP-Korn	SW	rel.SW	BWI
Carstens VIII	62	0	10,1	23	2,28	15,6
		40+20	10,8	30	2,78	17,8
		40+40+20	14,2	58	4,08	24,4
Lera	62	0	12,9	23	1,78	17,4
		40+20	13,4	34	2,54	19,8
		40+40+40	17,1	50	2,93	24,4
Opal	62	0	10,7	23	2,15	16,1
		40+20	14,3	55	3,85	23,9
		40+40+40	16,7	67	4,02	26,7
Rabe	63	40	8,1	18	2,22	13,7
		40+40+40	12,4	46	3,71	21,7
Wika	63	40	7,6	17	2,24	13,2
		40+40+40	12,0	36	3,00	19,5
Opal	65	120	14,3	47	3,29	22,5
		40+80	14,2	45	3,17	22,1
		80+40	14,6	54	3,70	23,9
		40+0+80	16,2	58	3,58	25,2
Wika	65	120	12,8	40	3,13	20,6
		40+80	13,4	40	2,99	20,9
		80+40	13,3	-	-	-
		40+0+80	14,0	-	-	-
Opal	66	40+80	12,9	40	3,10	20,7
		80+40	11,9	36	3,03	19,5
		40+0+80	13,7	54	3,95	23,6
Wika	66	120	10,0	27	2,70	16,8
		40+80	11,3	30	2,65	17,9
		80+40	10,3	28	2,72	17,1
		40+0+80	14,2	42	2,96	21,6
Jubilar	67	60	10,3	16	1,55	14,1
		60+60	12,7	15	1,18	15,7
		60+0+60	13,3	29	2,18	18,8
		60+0+120	14,5	33	2,28	20,2
		60+0+180	17,9	41	2,29	23,6
Opal	67	60	10,0	22	2,20	15,5
		60+60	12,3	27	2,19	17,8
		60+0+60	12,8	31	2,42	18,9

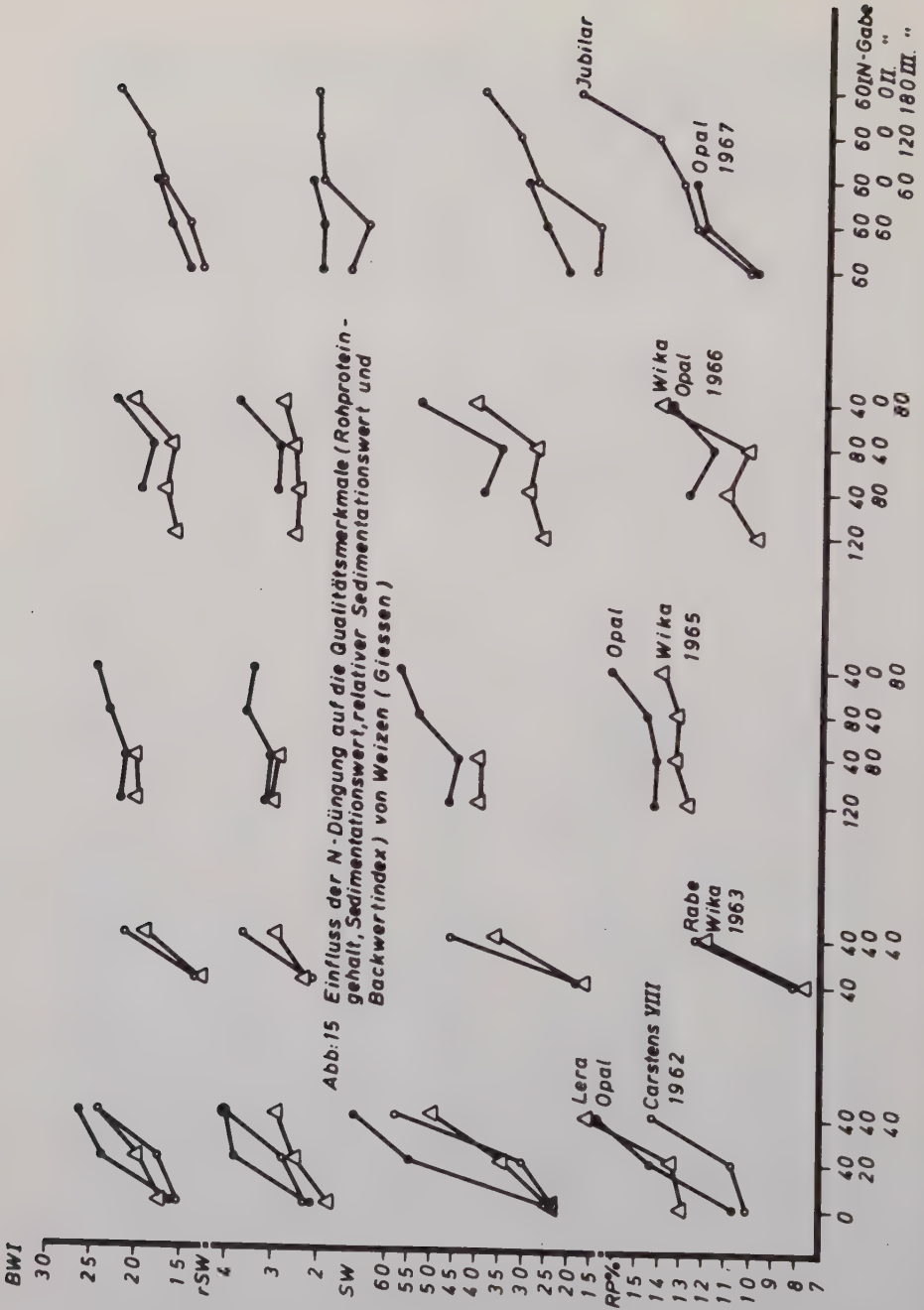


Tabelle 18: Zusammenstellung der Relativzahlen von Backwertindex, Gesamtstickstoffgehalt und Stickstoff-Fractionen in Backmehlen und Ganzkornschroten bei Weizen (1962)

Sorte	N-Düngung (kg/ha)	BWI	Backmehle				Ges.				Ganzkornschrote			
			N-Fractionen				N-Fractionen				N-Fractionen			
			N	W	S	A	M	K	N	W	S	A	M	K
Carstens VIII	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	40+20	114	109	107	122	109	111	108	107	100	96	112	109	107
	40+40+20	156	158	141	223	139	155	136	141	114	124	185	144	140
Lera	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	40+20	114	112	118	239	133	109	-	104	99	113	123	112	143
	40+40+40	140	142	204	300	-	133	-	133	113	130	159	132	175
Opal	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	40+20	149	141	117	159	171	151	150	134	114	135	148	135	123
	40+40+40	166	170	130	213	226	167	167	156	128	152	189	155	140
Abweichungen vom Backwertindex in %														
Carstens VIII	40+20	0	- 4	- 6	+ 7	- 4	- 3	- 5	- 6	- 12	- 16	- 2	- 4	- 6
	40+40+20	0	- 1	- 10	+ 43	- 11	- 1	- 17	- 9	- 27	- 21	+ 19	- 8	- 10
Lera	40+20	0	- 2	+ 4	+ 110	+ 17	- 4	-	- 9	- 13	- 1	- 8	- 2	+ 25
	40+40+40	0	+ 1	+ 46	+ 114	-	- 5	-	- 5	- 19	- 7	- 14	- 6	+ 25
Opal	40+20	0	- 5	- 21	+ 7	+ 15	+ 1	+ 1	- 10	- 23	- 9	- 1	- 9	- 17
	40+40+40	0	+ 2	- 22	+ 28	+ 36	+ 1	+ 1	- 6	- 23	- 8	- 14	- 7	- 16

6. Zusammenfassende Betrachtung und Diskussion der Ergebnisse

6.1 Weizen

Ein Standortvergleich kann bei Weizen nicht durchgeführt werden, weil in den Jahren 1965 - 67 auf den verschiedenen Standorten nicht die gleichen Weizensorten angebaut wurden, und aus den Jahren 1962 und 1963 standen nicht mehr von allen Standorten Kornproben zur Verfügung.

Die Eiweißfraktionen zeigen mit steigender Stickstoffdüngung im allgemeinen eine Zunahme, jedoch tritt hier zwischen den Speichereiweißen und den übrigen Eiweißfraktionen ein deutlicher Unterschied zutage. Während die Speichereiweiße, die hauptsächlich im Mehlkörper eingelagert werden, mit steigendem Stickstoffangebot sehr stark zunehmen, weisen die übrigen Eiweißfraktionen, die zum großen Teil in der eiweißreichen Aleuronschicht und im Keimling vorhanden sind, (MICHAEL und BLUME, 1960; MICHAEL, BLUME und FAUST, 1960) nur eine schwache Steigerung auf. Dieser Befund stimmt gut mit den Angaben in der Literatur überein (BODO, 1961; DAVIDSON und SCHOLLENBERGER, 1926; EWALD, 1965; GÜNZEL, 1962 u. 1963/64; JAHN-DEESBACH und WEIPERT, 1967; LINSE, 1960a; MICHAEL, FAUST und BLUME, 1960; MICHAEL, BLUME und FAUST, 1960; NEUMANN und PELSSENKE, 1954 und VIGOROV, 1957) und ist dadurch erklärlich, daß bei einer Vergrößerung des Kornes der Inhalt im Verhältnis zur Oberfläche ja viel stärker zunimmt.

Von den beiden Speichereiweißen wird nach Literaturangaben (McCALLA, 1938; WOODMAN und ENGLENDOW, 1924) das Glutelin zeitlich vor dem Prolamin gebildet. Dafür sprechen auch die Ergebnisse aus den vorliegenden Untersuchungen; denn in den niedrigen Düngungsstufen übertrifft der Gehalt an laugelöslichem Glutelin bei allen Sorten den Prolamingehalt. Mit steigender und vor allem später Stickstoffdüngung steigt der Prolaminanteil derartig steil an, daß der im Verhältnis zu den anderen Fraktionen auch noch kräftig zunehmende Glutelingehalt in allen Fällen übertroffen wird. NEUMANN und PELSSENKE (1954) geben an,

daß ein hoher Glutelingehalt einen festen unelastischen Kleber verursacht, der durch steigende Prolaminmengen erweicht wird, wobei alle Übergangsformen sich durch die quantitativen Verhältnisse der beiden Klebereiweiße ergeben. Hiernach müßte es ein optimales Verhältnis der beiden Klebereiweiße geben, was früher in der Literatur bezweifelt wurde (GREWE und BAILEY, 1927; KOSMIN und POPZOVA, 1934 und SNYDER, 1899).

In Tabelle 19 sind die Verhältnisse der Klebereiweiße zusammengestellt (A = Prolamin, K = laugelösliches Glutelin und M = säurelösliches Glutelin), die in den verschiedenen Sorten von den einzelnen Jahren bei einem Kornrohproteingehalt, der eine gute Korrelation zu den Ergebnissen des Backversuches zeigt, von ca. 14 % vorliegen.

Tabelle 19: Verhältnis der Klebereiweiße aus den Ganzkornschroten von Weizen bei einem bestimmten Rohproteingehalt des Kornes

Sorte	Jahr	N-Düngung (kg/ha)	RP-Korn %	$\frac{A}{K}$	$\frac{A}{K+M}$
Carstens VIII	62	40+40+20	14,2	1,20	0,98
Lera	62	40+20	13,4	1,22	0,98
Opal	62	40+20	14,3	1,14	0,95
Wika	65	40+80	13,4	1,48	1,15
		80+40	13,3	1,48	1,23
		40+0+80	14,0	1,46	1,16
Opal	65	40+80	14,2	1,62	1,26
Wika	66	40+0+80	14,2	1,72	1,30
Opal	66	40+0+80	13,7	1,61	1,27

Hierin zeigt sich, daß das Verhältnis A/K zwar zwischen 1,14 und 1,72 schwankt, jedoch deutet sich eine gewisse Abhängigkeit

vom Jahr an, denn die Werte zeigen bei den verschiedenen Sorten, obwohl diese Rohproteingehalte durch unterschiedliche Düngergaben erreicht wurden, in den einzelnen Jahren eine recht gute Übereinstimmung: 1962 schwanken sie bei drei Sorten nur zwischen 1,14 und 1,22, im Jahr 1965 ist das Verhältnis in drei Düngungsvarianten der Sorte "Wika", die etwa den gleichen Eiweißgehalt aufweisen, praktisch gleich (1,48, 1,48 und 1,46); bei "Opal" liegt es dagegen etwas höher (1,62), im nächsten Jahr stimmt es dann wieder bei "Wika" und "Opal" mit 1,72 und 1,61 gut überein. Es läßt sich aber trotzdem keine Beziehung zu den Ergebnissen der Backversuche herleiten.

Recht deutlich geht aus den Ergebnissen der Eiweißfraktionierungen außerdem hervor, was auch schon GÜNZEL (1963/64) und HECHT (1964) angeben, daß nämlich von den Sorten die höchsten Rohproteingehalte im Korn erreicht werden, die zur vermehrten Einlagerung von Prolamin genetisch veranlagt sind.

Da für den Vergleich der Eiweißfraktionen aus den Backmehlen und den Ganzkornschroten nicht mit absoluter Sicherheit das gleiche Ausgangsmaterial zur Verfügung stand, sind diese Ergebnisse mit einer gewissen Vorsicht zu betrachten und sollen hier nicht näher diskutiert werden. Es deuten sich darin jedoch unterschiedlich starke Veränderungen durch den Mahlvorgang in der Eiweißzusammensetzung der einzelnen Sorten an.

Bei den Beziehungen zwischen den Untersuchungsergebnissen zeigt sich, wie auch u.a. WEIPERT (1964), HANNA (1967) sowie JAHN-DEESBACH und WEIPERT (1965/66) in umfangreichen Untersuchungen zeigen konnten, die gute Übereinstimmung zwischen den in der vorliegenden Arbeit angegebenen indirekten Qualitätsmerkmalen. Von diesen weist der als Arbeitshypothese von JAHN-DEESBACH und WEIPERT (1965/66) aufgestellte Backwertindex die beste Übereinstimmung mit den im Jahr 1962 erzielten Backversuchsergebnissen auf. Aus diesem Grunde wurde in dieser Arbeit nur der Backwertindex den einzelnen Eiweißfraktionen

der entsprechenden Kornproben gegenübergestellt. Hierbei ergibt sich eine sehr gute Übereinstimmung mit der milchsäurelöslichen Glutelinfraktion der Backmehle, und auch bei den Ganzkornschroten ist es diese Fraktion, welche die beste Übereinstimmung mit dem Backwertindex zeigt, denn diese Eiweißfraktion erfährt auch die geringste Beeinflussung durch den Mahlvorgang. Interessant ist in diesem Zusammenhang, daß in die Berechnung des Backwertindex auch der Sedimentationswert eingeht, zu dessen Bestimmung Milchsäure verwendet wird.

Eine direkte Übereinstimmung der Verhältnisse der Klebereiweiße mit den Backversuchen kann, obwohl sie nach PELSSENKE (1954) möglich sein müßte, in Übereinstimmung mit der älteren Literatur (GREWE und BAILEY, 1927; KOSMIN und POPZOWA, 1934 und SNYDER, 1899) aus den vorliegenden Untersuchungen nicht abgeleitet werden. Nur die milchsäurelösliche Eiweißfraktion, die allerdings den geringsten Anteil aller Fraktionen einnimmt, zeigt eine relativ gute Übereinstimmung mit den Ergebnissen der Qualitätsbackversuche.

6.2.1 Wintergerste

Aus den Ergebnissen der Eiweißfraktionierungen ist ersichtlich, daß "Tria" aufgrund ihrer höheren Glutelin- und Prolaminanteile eiweißreicher als "Dura" ist. Während bei "Dura" mit steigender Stickstoffdüngung der Glutelinanteil stärker steigt, ist dieses bei "Tria" mit der Prolaminfraktion der Fall. Dieses stimmt mit den Angaben von SCHEIBE (1968) überein und bestätigt auch bei Wintergerste die Aussagen von GÜNZEL (1963/64) und HECHT (1964), wonach die Sorten die höchsten Eiweißgehalte erreichen, die genetisch zur vermehrten Einlagerung von Prolamin veranlagt sind.

Es ist zwar bekannt, daß mit dem Prolamin diejenige Fraktion die stärkste Zunahme bei steigender Stickstoffdüngung zeigt, welche die ernährungsphysiologisch wichtige Aminosäure Lysin

nur in sehr kleinen Mengen enthält (VÖLKER, 1960), aber trotzdem darf dieses nach MICHAEL und BLUME (1960) nicht überbewertet werden, denn eine Steigerung des Gesamteiweißes um 100 % bedeutet auch eine absolute Zunahme des Lysins um 75 %. Außerdem ist es nicht ganz problemlos, aus chemischen Analysen ernährungsphysiologische Schlüsse zu ziehen, und zum anderen kommt dem etwas verminderten Lysingehalt nur dann Bedeutung zu, wenn auf N-Basis gefüttert wird. Deshalb gehen die Meinungen über den Einfluß der Stickstoffdüngung auf die Eiweißqualität bzw. die Futterqualität des Getreides noch heute auseinander (NEHRING und SCHRAMM, 1940; NEHRING, 1955 u. 1956; SCHUPHAN und POSTEL sowie VÖLKER, 1960).

6.2.2 Sommergerste

Die Eiweißfraktionen lassen naturgemäß eine starke Abhängigkeit vom Rohproteingehalt und damit von Düngung und Witterung erkennen. Während bei den Rohproteingehalten Sortenunterschiede etwas angedeutet sind (1967 fällt die "Nacktgerste" in Gießen durch einen besonders hohen Stickstoffgehalt auf, "Ingrid" liegt dagegen auf beiden Standorten selbst in den höchsten Düngungsstufen merklich niedriger als die anderen Sorten), treten in den Eiweißfraktionen die Sortenunterschiede bei kaum merklichem Standorteinfluß deutlich hervor, besonders augenfällig bei den Speichereiweißen.

Während bei den Sorten "Union", "Gerda" und "Nacktgerste" in den niedrigen Düngungsstufen der Glutelingegehalt die Hauptfraktion darstellt, die dann in der höchsten Düngungsstufe vom Prolamin aufgrund der noch stärkeren Zunahme knapp erreicht oder leicht übertroffen wird, stellt das Prolamin bei "Frisia", "Impala" und "Nota" auch in der niedrigsten Düngungsstufe die Hauptfraktion, und das Verhältnis zu den anderen Fraktionen wächst noch mit steigenden N-Gaben. Einzig und allein "Ingrid" fällt durch ihren relativ geringen Prolaminanteil auf, der

auch in der höchsten Düngerstufe bei weitem nicht den Glutelingehalt erreicht. Allerdings liegt der Rohproteingehalt bei "Ingrid" in der höchsten Düngerstufe etwas tiefer als bei den übrigen Sorten, was nicht ausschließt, daß bei weiterer Eiweißzunahme bei "Ingrid" der Prolamingehalt auch den Glutelingehalt erreichen kann, aber die Differenz zwischen den beiden ist noch in der höchsten Düngerstufe wesentlich größer, als sich der Gesamteiweißgehalt von dem der anderen Sorten unterscheidet. Bei der Sorte "Ingrid" liegt also von der chemischen Analyse her gesehen eine ernährungsphysiologisch wesentlich günstigere Eiweißzusammensetzung vor.

6.3 Hafer

In den Kornerträgen des Hafers auf dem Standort Gießen im Jahr 1967 liegt "Flämingskrone" an der Spitze, dicht gefolgt vom "Petkuser Weißhafer". Sehr stark fällt hierin der "NOS Nackthafer" ab, auch unter der Berücksichtigung des fehlenden Spelzenanteils. Die Stickstoffdüngung wirkt sich in allen Fällen positiv auf die Erträge aus.

In den Rohproteingehalten fällt der sehr hohe Wert des "Nackthafers" auf, während die anderen beiden Sorten etwa auf gleicher Höhe liegen. Der Einfluß der Stickstoffdüngung zeigt sich beim "Nackthafer" in einer kaum merklichen Abnahme, bei den anderen beiden Sorten in einer schwachen Zunahme. Dadurch ergibt sich bei den Rohproteinträgen dasselbe Bild wie bei den Kornerträgen, nur daß jetzt die Werte enger beisammen liegen.

Die markantesten Unterschiede sind in der Eiweißzusammensetzung festzustellen; denn diese unterscheidet sich ganz charakteristisch von der bei Weizen und Gerste dadurch, daß die Hauptfraktion nicht das Prolamin stellt, sondern das Glutelin und zwar dessen milchsäurelöslicher Anteil, welcher bei Weizen und Gerste die geringste Fraktion stellt.

Bei allen Hafersorten tritt außerdem nur eine Reserveeiweißform in Erscheinung im Gegensatz zu Weizen und Gerste. Die Literaturangaben (JONES und Mitarb., 1948; McKEE, 1958 und SCHUPHAN und WEIMANN, 1958), welche besagen, daß Hafer keine oder nur eine geringe alkohollösliche Eiweißfraktion (Prolamin) aufweise, konnten nicht bestätigt werden, denn die Prolaminfraktion steht beim Hafer anteilmäßig an zweiter Stelle.

Die Stickstoffdüngung bewirkt bei "Flämingskrone" ein starkes Ansteigen des säurelöslichen Glutelins, beim "Petkuser Weißhafer" ist der Anstieg nicht so stark und der Glutelingehalt liegt auch in der höchsten Düngungsstufe merklich tiefer. Unter der Berücksichtigung des höheren Lysinanteils in der Glutelinfraktion gibt dieses der alten Bauernregel recht, daß der Gelbhafer für die Fütterung besser sei. Außerdem erklärt dieser höhere Lysingehalt der Hauptfraktion die ernährungsphysiologische Überlegenheit des Hafereiweißes. Beim "Nackthafer" tritt in allen Fraktionen mit Ausnahme des Globulins bei steigender Düngung eine leichte Abnahme ein, die durch ein entsprechendes Absinken des Eiweißgehaltes bedingt ist. Hier wurde also sämtlicher Stickstoff zur Ertragssteigerung verbraucht, was gut mit der Literatur übereinstimmt (GANSSMANN, 1967).

7. Zusammenfassung

Die Einflüsse von Standort, Jahreswitterung, Sorte und Stickstoffdüngung auf Kornertrag, Rohproteingehalt, -ertrag sowie -zusammensetzung und Qualitätsmerkmale werden untersucht, wobei das Hauptgewicht auf den Untersuchungen über die Rohproteinzusammensetzung liegt.

Die in den Versuchen verwendeten Sorten sind bei Weizen auf dem Standort Gießen im Jahre 1962 "Carstens VIII", "Lera" und "Opal"; 1963 "Rabe" und "Wika"; 1965 und 1966 "Wika" und "Opal" und 1967 "Jubilar" und "Opal".

Von den Wintergersten werden 1966 auf den Standorten Gießen und Groß-Gerau "Dura" und "Tria" untersucht. Im Jahr 1967 sind es dieselben Sorten nur von Groß-Gerau.

An Sommergersten kommen von den beiden Standorten Gießen und Groß-Gerau im Jahr 1966 "Frisia", "Union" und "Impala" und im Jahr 1967 "Impala", "Union", "Nota", "Gerda", "Nacktgerste" und "Ingrid" zur Untersuchung.

Vom Hafer werden nur vom Standort Gießen aus dem Jahr 1967 die Sorten "Flämingskrone", "Petkuser Weißhafer" und "NOS Nackthafer" untersucht.

7.1 Weizen

Die Rohproteingehalte nehmen mit steigender Düngung zu und reagieren am stärksten auf die späten Gaben und sind stark von der Jahreswitterung abhängig. Sortenunterschiede sind angedeutet.

Die stärkste Abhängigkeit zeigt die Rohproteinzusammensetzung vom Rohproteingehalt, dann folgt der Einfluß der Jahreswitterung und der Sorte. Mit steigender Düngung nimmt am stärksten das Prolamin zu, dann folgt das Glutelin, während die anderen Fraktionen wenig oder gar nicht zunehmen.

7.2.1 Wintergerste

Die Rohproteingehalte zeigen eine deutliche Abhängigkeit von Düngung, Sorte und Jahreswitterung. Die Standorteinflüsse sind nur angedeutet.

In der Rohproteinzusammensetzung spiegelt sich ein starker Sorten- und Düngungseinfluß wieder. Unterschiede in der Jahreswitterung machen sich bemerkbar, Standortunterschiede sind kaum vorhanden. Mit steigender Düngung nehmen die beiden Reserveeiweiße, Prolamin und Glutelin, vermehrt zu.

7.2.2 Sommergerste

Die Rohproteingehalte sind stark von der Düngung, dagegen weniger von der Sorte, dem Standort und der Jahreswitterung abhängig.

Ein sehr deutlicher Einfluß von Sorte und Düngung tritt in der Eiweißzusammensetzung hervor. Hier treten sehr starke sortenabhängige Unterschiede im Verhältnis der beiden Speichereiweiße auf.

7.3 Hafer

In den Rohproteingehalten zeigt sich ein deutlicher Sorteneinfluß.

Die markantesten Unterschiede zu den anderen Getreidearten treten in der Eiweißzusammensetzung hervor. Hafer besitzt nur ein Reserveeiweiß. Diese Tatsache ist ernährungsphysiologisch von Interesse.

Literaturverzeichnis

- Aufhammer, G., 1958: Zur N-Spättdüngung und Erhöhung der Klebermenge. - Mühlenkurzpost Nr. 41, 161
- Aufhammer, G., 1959: Klebermenge und Klebergüte des Weizens in ihren Beziehungen zu Qualität und Ertrag unter dem Einfluß der Umwelt. - Bayer. Landw. Jb. 36, 651-678
- Aufhammer, G. und G. Fischbeck, 1961: Über den Klebergehalt des Weizens. - Praxis u. Forschung Nr. 2, 27
- Bailey, C.H., 1941: Constituents of wheat and wheat products. - Minn. Agr. Exp. Sta. Techn. Bull. 147
- Bazier, R., A. Guérillot-Vinet und J. Guérillot, 1966: Einfluß einiger Dünger auf die Aminosäuren in Weizen und Karotten. - Ann. Agron. 17, 673-686
- Bishop, L.R., 1930: The proteins of barley during development and storing in the mature grain. - J. Inst. Brew., London 36, 377
- Blish, M.J., 1945: Weizenkleber. - Adv. Prot. Chem. 2, 337
- Block, R.J. und R.H. Mandl, 1958: Vergleichende Untersuchungen über die Aminosäurezusammensetzung handelsüblicher Proben eines proteinreichen und -armen Mehles. - Ber. Wiss. Biol. 117, 144
- Blume, B., 1956: Die Beeinflussbarkeit der Eiweißqualität von Futtermitteln durch Düngungs- und Erntemaßnahmen. - Wiss. Z. d.F. Schiller-Univ. Jena 6, 407
- Bodo, G., 1961: Über die Veränderung der Weizenkornproteine durch N-Düngung. - Getreide u. Mehl 11, 75-80
- Boguslawski, E.v., 1960: Zum Anbau der Braugerste. - Mitt. DLG 75, 259-261
- Boguslawski, E.v., 1965: Düngung, Ertrag und Qualität bei Weizen. - Getreide u. Mehl 15, 2, 13-20
- Bolling, H., 1964: Zur Bewertung analytischer Untersuchungsergebnisse bei deutschen Aufmischweizen. - Sonderdruck aus "Die Mühle" 101, Heft 50
- Brettschneider-Hermann, B., 1966: Nährstoffaufnahme und Ertragsbildung einiger Hafer- und S.Weizensorten unter klimatisch kontrollierten Bedingungen. - Z.f. Acker- u. Pflanzenbau 124, 234-248

- Ceylan, A., 1966: Einfluß von Standort, Sorte und Düngung auf die Ertragsbildung und Qualität von Sommer- und Wintergerste. - Diss. Gießen 1966
- Coulson, C.B. und A.K. Sim, 1964: Proteine verschiedener Weizenarten, ihre verwandtschaftlichen Beziehungen und Beziehungen zu erblichen Merkmalen. - Nature 202, 4939, 1305-08
- Davidson, J. und J.H. Shollenberger, 1926: Die Wirkung einer in verschiedenen Entwicklungsstadien des Weizens durchgeführten Natriumnitratdüngung auf die Backqualität des Mehls. - Cereal Chem. 3, 3, 137-143
- El-Gindy, M., 1957: Die Beeinflussung der Klebermenge und Kleberqualität durch Düngungsmaßnahmen. - Getreide u. Mehl 7, 12, 102-104
- El-Gindy, M., C.A. Lamb und R.C. Burrell, 1957: Der Einfluß der Anwendung von mineralischen Düngemitteln bei Weizenpflanzen auf die Fraktionierung von Weizenmehlen. - Landw. Forsch. 10, 260
- Escribano, M.J., 1966: Anwendung immunchemischer Methoden zum Studium unlöslicher Weizenproteine. - Getreide u. Mehl 16, 12, 134-136
- Ewald, E., 1965: Die Wirkung unterschiedlicher N-Düngung auf S.Weizen unter besonderer Berücksichtigung der Kornproteine und der Backqualität. - Z. Pflanzenernähr., Düng., Bodenkde 118, 218-232
- Fleurent, 1896 - Compt. rend. 123, 327 u. 755
- Ganßmann, W., 1967: Der Einfluß von Standort und Düngung auf den Gehalt an Nährstoffen und Spurenelementen bei Hafer. - Getreide u. Mehl 17, 4, 37-41
- Gotzova, W., J. Botschewa und B. Botschew, 1965: Einfluß der Düngung auf Ertrag und Qualität des Weizenkorns. - Pflanzenbauwiss. 107-114
- Graham, J.S.D., S.D. Graham und R.K. Morton, 1963: Untersuchungen der Proteine des Weizenendosperms während der Entwicklung. - Austr. J. Biol. Sci. 16, 357-365
- Grassmann, W., 1951: Eiweißstoffe und ihre Abbaustufen. - Handbuch für Physiol. Chemie, Springer 1951
- Grewe, E. und C.H. Bailey, 1927: The concentration of glutelin and other proteins in various types of wheat flour. - Cereal Chem. 4, 230

- Günzel, G., 1962: Proteinfractionen des Weizenmehls in Abhängigkeit von Herkunft, Sorte und später N-Düngung. - Z.f. Acker- u. Pflanzenbau 114, 325-340
- Günzel, G., 1963: Das Verhalten wertbestimmender Inhaltsstoffe sowie einiger Qualitätsmerkmale von Sommerweizen im Verlauf der Kornreife. - Getreide u. Mehl 13, 10, 116-119
- Günzel, G., 1963/64: Proteinanreicherung durch Spät-N-Düngung und deren Wirkung auf verschiedene Qualitätsmerkmale neuerer Weizensorten. - Z.f. Acker- u. Pflanzenbau 118, 360-368
- Gunthardt, H. und J. McGinnis, 1957: Der Einfluß der N-Düngung auf die Aminosäuren im Weizenkorn. - J. of Nutrition 61, 167-176
- Hanna, L.P., 1967: Der Einfluß der N-Düngung auf Ertrag, Ertragsaufbau und bäckereitechnologische Qualitätseigenschaften einiger Sommer- und Winterweizensorten. - Diss. Gießen 1967
- Harris und C.H. Bailey, 1937 - Cereal Chem. 14, 182
- Hecht, H., 1964: Über die Ermittlung des Weizenqualitätsmerkmals Protein. - Bayr.Landw.Jb. 41, 3, 333-340
- Hecht, H., 1964: Der Einfluß der N-Spättdüngung auf den Eiweißgehalt reifenden und reifen Weizens. - Bayr. Landw. Jb. 41, 712-722
- Jacobs, S., 1959: Determination of nitrogen in proteins by means of Indianetrione Hydrate. - Nature 183, 262
- Jahn-Deesbach, W., 1957: Zur Standortorientierung der Braugerste in Mitteldeutschland. - Brauwelt 97, 555-561
- Jahn-Deesbach, W., 1959: Die Wintergerste und Qualitätsbraugerstenanbau. - Die Deutsche Landw. 10, 380-382
- Jahn-Deesbach, W. und D. Weipert, 1965: Untersuchungen über den Einfluß der N-Düngung auf Ertrag und bäckereitechnologische Qualitätseigenschaften des Weizens.- Landw. Forsch. XVIII, 2, 132-145
- Jahn-Deesbach, W. und D. Weipert, 1965/66: Qualitätsverbesserungen beim Backweizen durch N-Düngung und ihr methodischer Nachweis. - Z.f. Acker- u. Pflanzenbau 123, 2, 189-197
- Jahn-Deesbach, W., 1966: Braugerstenanbau - schwierig, aber erfolgreich! - Mitt. DLG 81, 532-536

- Jahn-Deesbach, W. und D. Weipert, 1967: Über einige durch Spätdüngung verursachte Veränderungen im Getreidekorn. - Z.f. Acker- u. Pflanzenbau 125, 211-218
- Johnson und C.H. Bailey, 1925 - Cereal Chem. 2, 95
- Jones, Caldwell und Widness, 1948: Comparative growth-promoting values of the proteins of cereal grains. - J. Nutrition; Philadelphia 35, 639
- Kosmin, N.P. und A.J. Popzowa, 1934: Gliadin-Glutelin-Verhältnis im Kleber verschiedener Qualität. - Das Mühlenlaboratorium 4, 153
- Kostoff, D. et al., 1951: Untersuchungen über die Aleuronschicht. - Z. Pflanzenzücht. 29, 107-109
- Kraut, H., 1956: Tätigkeitsbericht der Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften e.V. Naturwissenschaften 43, 546
- Kühn - Inst. f. Pflanzenernährung Gießen - bisher noch nicht veröffentlicht
- Lawrence, J.M. und D.R. Grant, 1964: Bestimmung des Weizenmehlproteins durch Gel-Elektrophorese. - Wheat Inform. Serv. Kyoto, Japan, 17, 18, 20-22
- Lein, A., 1958: Kleber-Merkmal für gutes Mehl. - Hann. Landw.-u. Forstw. Z. 111, Nr. 35, V. 30, 1335, Aug. 1958
- Lemmerzahn und O. Nolte, 1932: Neue Beiträge über den Einfluß der Düngung auf die Backfähigkeit des Weizens. - Mitt. DLG 46, 846
- Linser, H. und E. Primost, 1953: N-Düngung mit hohen geteilten Gaben. II. Feldversuche zu Winterweizen. - Z. Pflanzenern., Düng., Bodenkde 63, 18-30
- Linser, H., 1955: Versuche mit hohen geteilten N-Gaben. - 6. Sonderheft zur Z. Landw. Forsch. S. 105-113
- Linser, H., 1960a: Einige Arbeiten auf dem Gebiet der Beeinflussung der Weizenqualität durch Düngung. - Getreide u. Mehl 10, 9, 97-102
- Linser, H., 1960b: Zum Problem der Erzeugung von Qualitätsweizen mit besonderer Berücksichtigung des Eiweißertrages. - Qual. Plant. Mat. Veg. 6, 331-336
- Maes, E., 1962a: Mehleiweißlöslichkeit und Backqualität. III. Kontinuierliche und progressive Extraktion.- Getreide u. Mehl 12, 70-72

- Maes, E., 1962b: Die progressive Extraktion mit verschiedenen Lösungsmitteln. - Getreide u. Mehl 12, 101-104
- Maes, E., 1963: Korrelationen zwischen Weizen- und Mehleiweißgehalt und zwischen diesen beiden und dem Klebergehalt. - Die Mühle 100, 15, 157
- Maes, E., 1963: Mehleiweißlöslichkeit und Backqualität. VI. Die progressive Extraktion von Weizenschrot.- Getreide u. Mehl 13, 5, 54
- Maes, E. 1964: Mehleiweißlöslichkeit und Backqualität. VIII Getreide u. Mehl 14, 17-18
- McCalla, A.G., 1933: Der Einfluß der Stickstoffdüngung auf den Protein- und Nichtproteinstickstoff des Weizens. - Canad. J. of Res. 9, 6 (1933), zit. n. Das Mühlenlaboratorium 4, 2/3, 40 (1934)
- McCalla, A.G. und R.C. Rose, 1935 - Canad. J. Res. 12, 346
- McCalla, A.G., 1938: Fractionation of nitrogen in developing wheat kernels. - Canad. J. Res. C 16, 263
- McKee, H.S., 1958: Nitrogen metabolism of seedlings. - Handbuch d. Pflanzenphysiologie VIII, Springer 1958
- Michael, G. und B. Blume, 1957: Über den Gehalt einiger Futterpflanzen an basischen und sauren Aminosäuren in Abhängigkeit von Schnittzeit und Entwicklungszustand. - Arch. Tierernähr. 7, 181-192
- Michael, G. und B. Blume, 1960: Über den Einfluß der N-Düngung auf die Eiweißzusammensetzung des Gerstenkorns. Z. Pflanzenernähr., Düng., Bodenkde, 88, 237-250
- Michael, G., H. Faust und B. Blume, 1960: Die Verteilung von spätgedüngtem ¹⁵N in der reifenden Gerstenpflanze unter besonderer Berücksichtigung der Korneiweiße. Z. Pflanzenernähr., Düng., Bodenkde, 91, 158-169
- Michael, G., B. Blume und H. Faust, 1960: Die Eiweißqualität von Körnern verschiedener Getreidearten in Abhängigkeit von N-Versorgung und Entwicklungszustand.- Z. Pflanzenernähr., Düng., Bodenkde, 92, 106-116
- Michael, G. und H. Faust, 1961: Die Eiweißbildung im Getreidekorn und Abhängigkeit von der N-Düngung. - Getreide u. Mehl 11, 8, 85-89
- Nehring, K., 1938: Über den Einfluß von Wasser- und Stickstoffversorgung auf den Eiweißgehalt verschiedener Braugerstensorten. - Bodenk.u.Pflanzenern. 9/10, 395-423

- Nehring, K. und W. Schramm, 1940: Über die biologische Wertigkeit des Eiweißes verschiedener Gerstensorten bei wachsenden Schweinen und ihre Beeinflussung durch N-Düngung. - Tierernähr. 12, 478
- Nehring, K., 1955: Probleme der Qualitätsforschung in der Tierernährung. - Ber. u. Vorträge d.Dtsch.Akad. d. Landw. Wiss. Berlin 2, 203
- Nehring, K., 1956: Pflanzenqualität, Nähr- und Futterwert unter besonderer Berücksichtigung des Einflusses der Düngung. - Landw.Forsch. Sonderheft 8, 110
- Neumann, M.P. und P.F. Pelshenke, 1954: Brotgetreide und Brot Paul Parey, 1954
- Pelshenke, P.F. und H. Bolling, 1962: Über die Beziehung Protein - Feuchtklebergehalt. - Getreide und Mehl 12, 3, 29-33
- Pelshenke, P.F., A. Schulz und H. Stephan, 1963: Methodische Untersuchungen bei Backprüfungen von kleberstarken Weizen. - Ber. über d. Getreide-Chemiker-Tagung vom 28.-30.5.1963 in Detmold
- Pereira, A., 1958: Weizenproteine, essentielle Aminosäuren einiger in Portugal gezüchteter Weizensorten. - Ber. Wiss. Biol. 121, 164
- Pfaff, C., 1938: Einfluß von Wasser- und Stickstoffversorgung auf die Eiweißbildung in der Gerste. - Bodenk. u. Pflanzenern. 9/10, 424-431
- Poppoff, J.D. und S.V. Iliev, 1967: Elektrophoretische Charakteristik der Eiweißsorten einheimischer Weizensorten. Getreide u. Mehl 17, 44-46
- Price, S.A., 1950: Die Aminosäurezusammensetzung des Weizenkorns in Abhängigkeit von seinem Eiweißgehalt.- Cereal Chem. 27, 73
- Primost, E., 1962: Die Abhängigkeit des Kornertrages, Klebergehaltes und der Quellzahl des Weizens von N-Düngung und Bodenart. - Plant and Soil 16, 94-107
- Primost, E. und G. Rittmeyer, 1962: Die Wirkung gesteigerter, geteilter N-Gaben auf den Kornertrag, Protein- und Klebergehalt des Winterweizens. - Die Bodenkultur, A 13, 2, 98-117
- Reitz, L.P., 1964: Genetisch bedingte Qualitätskomponenten beim Weizen. - Qual. Plant. Mat. Veg. 11, 1-16

- Rohrlich, M. und R. Rasmus, 1956: Versuche zur chemischen Differenzierung der Eiweißstoffe des Weizens, und Roggens. - Z. Lebensmittel-Unters. u. -Forsch. 103, 89-96
- Rohrlich, M., 1959: Einfluß steigender N-Gaben auf das Backverhalten des Weizens unter Berücksichtigung der Eiweiß- und Klebereigenschaften. - Vortrag, Tagg. d. Intern. Vereinigg. z. Erforsch. d. Qualität v. Nahrungspflanzen, 20.-23. Mai 1959, Wien
- Rohrlich, M., 1964: Neue Untersuchungen am Weizenprotein im Hinblick auf das Backverhalten der Mehle. - Süßwaren 8, 4, 181-183
- Sašek, A., 1966: Studium einiger chemischer und physikalisch-chemischer Eigenschaften des Weizengliadins. - Rostliuná výroba (Praha) 12, 491-500
- Scharnagel, Th. und G. Aufhammer, 1942: Zur Beurteilung der Klebermenge des Weizens, insbesondere die Abhängigkeit von äußeren und inneren Faktoren. - Forschungsdienst, Org. dtsh. Landw. Wiss. 14, 165-189
- Scharrer, K., 1939: Der Einfluß verschiedener Wasser- und Stickstoffversorgung auf den Eiweißgehalt der Gerste. - Forschungsdienst 7, 127-140
- Scheibe, A., W.J. Schön, M. Zoschke und R. Bauer, 1968: Untersuchungen über die Eiweißfraktionen bei Futtergerste. - Z.f. Acker- u. Pflanzenbau 128, 139
- Schmorl, K., 1960: Was ist Kleber ? - Allg. Mühlen-Markt, Wien 61, 916, 79-81
- Schuphan, W. und W. Postel: Ertrag und Qualität im Spiegel der Biologischen Wertigkeit der Eiweißstoffe. - Landw. Forsch. Sonderheft 11, 85
- Schuphan, W. und W. Weimann, 1958: Essentielle Aminosäuren in unseren Nahrungspflanzen als Grundlage für eine gegenseitige Aufwertung von Pflanzenproteinen. - Qual. Plant. Mat. Veg. (den Haag) 5, 23
- Schwerdtfeger, E., 1958: Über die Extraktion pflanzlicher Proteine. - Wiss. Abh. Dtsch. Akad. Landw. Wiss. 37, 153-163
- Selke, W. 1938: Neue Möglichkeiten einer verstärkten N-Düngung zu Getreide. - Z. Bodenkd. u. Pflanzenernähr. 9/10, 506-535
- Snyder, H., 1899: The proteins of wheat flour. - Minn. Agr. Exp. Sta. Bull. 63, 519

- Springer, F., 1964: Über die Beziehungen zwischen Korn-
ertrag, Klebergehalt und Klebergüte bei Weizen.-
Bayer. Landw. Jb. 41, 2
- Stockelbach und C.H. Bailey, 1938 - Cereal Chem. 15, 801
- Vigosovo, L.J., 1959: Bildung von Aleuronkörnern in Karyopsen
des Weizens. - Ber. wiss. Biol. 115, 226
- Völker, L., 1960: Untersuchungen über den Einfluß einer
späten zusätzlichen N-Düngung auf den Gehalt
einiger Aminosäuren im Getreideeiweiß. -
Diss. Gießen 1960
- Völker, L., 1962: Über den Einfluß einer späten zusätz-
lichen N-Düngung auf die Eiweißzusammensetzung
bei Getreide. - Getreide u. Mehl 12, 3, 33-36
- Wagner, 1900: Kurze Anleitung zur rationellen N-Düngung
landwirtschaftlicher Kulturpflanzen unter beson-
derer Berücksichtigung des Chilesalpeters. -
P. Parey, Berlin, 1900
- Waldschmidt-Leitz, E., 1957: Chemie der Eiweißkörper
F. Enke, Stuttgart, 1957
- Weipert, D., 1964: Einfluß der N-Düngung auf die Entwicklung,
Ertragsbildung und Backeigenschaften einiger Win-
ter- und Sommerweizensorten. - Diss. Gießen, 1964
- Woodman, H.E. und F.L. Engledow, 1924: A chemical study of
the development of the wheat grain. -
J. Agric. Sci. London 14, 563
- Zeleny, L., 1947: A simple sedimentation test for estimating
the breadbaking qualities and gluten qualities of
wheat flour. - Cereal Chem. 24, 465-474

Lebenslauf

- 16.7.1933 als zweiter Sohn des Landwirts Dr. Wolfgang von Schutzbar genannt Milchling und seiner Ehefrau Ursula, geb. Koepp, in Hohenhaus / Krs. Eschwege geboren.
- 1939-43 Besuch der Volksschule in Wachstedt i.Th.
- 1943-53 Besuch der höheren Schulen:
1943-44 Deutsche Heimschule Dingelstädt i.Th.;
1946-49 Realgymnasium Bad Sooden-Allendorf;
1949-51 Freie Waldorf-Schule Kassel und
1951-53 Wilhelmschule Kassel mit Abitur
- 1953-62 Chemiestudium in Marburg mit Abschluß als Diplom-Chemiker
- 1963-67 Verwalter einer wissenschaftlichen Assistentenstelle an der Milchwirtschaftlichen Abteilung der Justus-Liebig-Universität Gießen
- 1967-68 Anfertigung dieser Arbeit im Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Justus-Liebig-Universität Gießen
- 1969 Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Ernährungswissenschaft II der Justus-Liebig-Universität Gießen
- Seit 1.1.1970 Laborleiter der Firma Kraft GmbH im Werk Fallingbostel
- Seit 1961 verheiratet, zwei Kinder

Am Ende dieser Arbeit möchte ich meinen sehr verehrten Lehrern, Herrn Professor Dr. E. von Boguslawski für die Überlassung des Arbeitsplatzes und Herrn Professor Dr. W. Jahn-Deesbach für die Stellung des Themas und die mir im Verlauf der Arbeit zuteil gewordenen Anregungen danken.

Mein Dank gilt auch der Deutschen Forschungsgemeinschaft für die finanzielle Unterstützung.

